DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE "99. - 4. grupa
Eksperimentalni zadatak

ODREĐIVANJE DEBLJINE UZORAKA

Pribor:
- laser
- stalak
- okvir s optičkom rešetkom poznate konstante
- okvir s niti 1, 2
- ravnalo (mjerna traka)
- okvir s optičkom rešetkom nepoznate konstante
- zastor
- plastelin

Zadatak:

1.) objasniti teorijsku osnovu za rješavanje zadatka 10 bodova
2.) eksperimentalno odrediti debljinu niti (1, 2) 8 bodova
3.) odrediti nepoznato sredstvo - izmjeriti karakteristične veličine zadanim priborom (gustoću tkanja) 8 bodova
4.) rezultate eksperimenta prikazati tablično 4 boda

Ukupno 4. eksperimentalni zadatak: 30 bodova

DN– 1999. g.

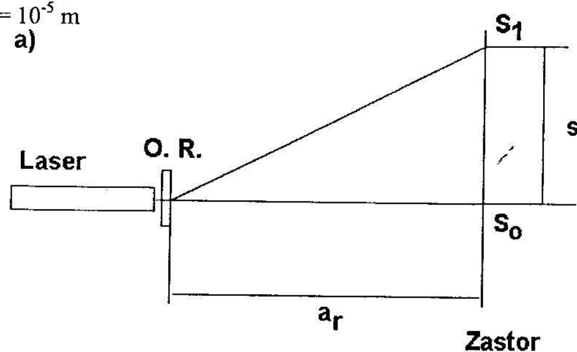
Rješenje eksperimentalnog zadatka 4. grupe

ODREĐIVANJE DEBLJINE UZORAKA

$\lambda = \frac{d \cdot s}{k \cdot a_r}$; k = 1, 2, 3, ... red spektra

$d = 10^{-5}$ m

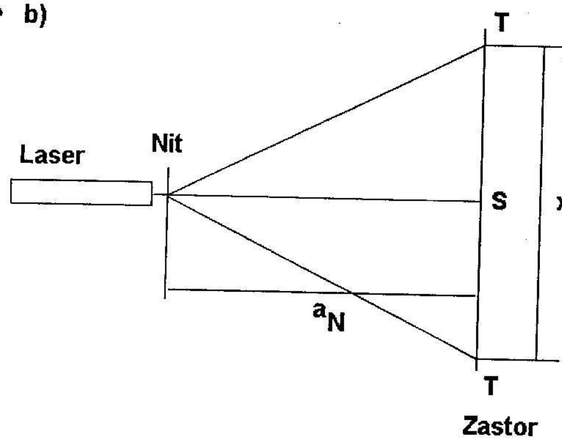
a)



a_r - udaljenost rešetke i zastora

s - udaljenost do maximuma

b)



d_N - debljina niti

x - udaljenost tamnih pruga

a_N - udaljenost niti i zastora

$\lambda = \frac{d_N \cdot x}{a_N}$ (5 bodova)

Korištenjem laserskog snopa u oba ogiba λ se eliminira i dobivamo relaciju za debljinu niti, d_N, uz uvjet da je $a_r = a_N$;

$$d_N = \frac{d \cdot s}{k \cdot x}$$

ako kod rešetke u postupku uzimamo spektar prvog reda, (k = 1),

$$d_N = 10^{-5} \cdot \frac{s}{x}$$

(5 bodova)

2) Izmjereni podaci i izračun debljine niti 1 i 2. (4+2 boda)

3) Nepoznato sredstvo - uzorak je tkanje za sito tisak - dvostruka optička rešetka karakteristična veličina je konstanta rešetke, d_x, - gustoća tkanja.

Ako pri mjerenju udaljenost poznate rešetke i zastora je jednaka udaljenosti uzorka i zastora i spektar 1. reda u obadva slučaja, slično gornjem izvodu dobivamo za gustoću tkanja relaciju:

$$d_x = 10^{-5} \cdot \frac{s}{s_x}$$

(4 boda)

Izmjereni podaci i izračun gustoće tkanja. (4+2 boda)

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2000. - 4. grupa
Eksperimentalni zadatak

ODREĐIVANJE KONCENTRACIJE VODENE OTOPINE ŠEĆERA

Pribor:

- **plitka posuda**
- **izvor svjetlosti**
- **polarizator**
- **ravnalo**
- **dva stalka**
- **čaša s vodom**
- **čaša s otopinom poznate koncentracije**
- **čaša s otopinom nepoznate koncentracije**

Zadatak:

Zadanim priborom odrediti nepoznatu koncentraciju šećera.

a) objasni postupak i izvedi potrebne relacije za određivanje tražene veličine (12 bodova)

b) mjerenjem odredi tražene veličine (10 bodova)

c) prikaži grafički ovisnost mjerenih veličina (8 bodova)

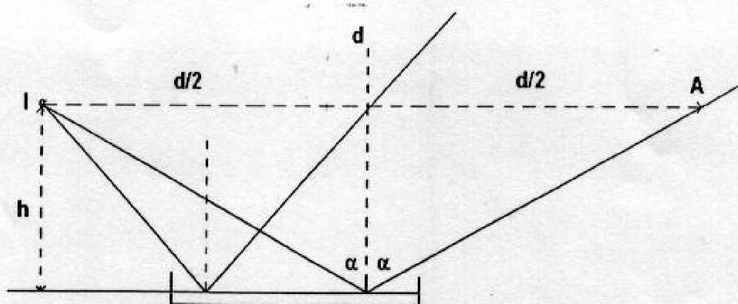
Ukupno 4. eksperimentalni zadatak: 30 bodova

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2000. - 4. grupa
Rješenje eksperimentalnog zadataka

ODREĐIVANJE KONCENTRACIJE VODENE OTOPINE ŠEĆERA

a) Tražena veličina je koncentracija. Kako postoje tri otopine, (otopina bez šećera, otopina s poznatom koncentracijom šećera i otopina s nepoznatom koncentracijom šećera), potrebno je pomoću Brewsterova zakona, metodom polarizacije odrediti indeks loma, n, svakog uzorka.
Poznato je da se n povećava proporcionalno povećanjem koncentracije otopine.
Prema Brewsterovom zakonu je: (6 bodova)
$n = \mathrm{tg}\alpha$
$n \approx c, \quad n = k \cdot c$
te je za $c=0 \Rightarrow n_0 = 1{,}33$
c_1 (recimo 10%, ili g/ml) $\Rightarrow n_1$
c_2 (nepoznat) $\Rightarrow n_2$ (6 bodova)

b) određivanje n



$n = \mathrm{tg}\alpha$

$$n = \frac{d/2}{h}$$ (6 bodova)

Izvor svjetlosti je na visini h (oko 30 cm), a polaroidd A_1 u položaju u kojem ga zakrećemo i promatramo reflektiranu zraku tako dugo dok svjetlost ne bude minimalna. time smo odredili međusobni položaj polarizatora tekućinei analizatora A. Nakon toga odmičemo stalak s polarizatorom A u položaj u kojem slika izvora biti minimalna. Za ovajpoložaj vrijedi,

$$n = \frac{d/2}{h}$$ (4 boda)

Za svaki uzorak potrebno je odrediti indeks loma n.

c) rezultate mjerenja treba prikazati u n-c dijagramu i iz grafa odrediti nepoznatu koncentraciju c. (5 bodova)
Nepoznata koncentracija c_3=22%. (3 boda)

34

Eksperimentalni zadatak - 4. grupa

ODREĐIVANJE INDEKSA LOMA NEPOZNATE TEKUĆINE

Pribor:

nepoznata tekućina u ampuli
pomična mjerka

Zadatak: Odredite indeks loma tekućine, n.

a) Objasniti teorijsku osnovu za rješavanje zadatka	7 bodova
b) Izvedite potrebne relaciju za n uz odgovarajuće crteže	12 bodova
c) Izvršite mjerenja i rezultate prikažite tabelarno	8 bodova
d) provedite račun pogrešaka	3 boda
Ukupno 4. eksperimentalni zadatak:	30 bodova

Opaska: Zadatak se priznaje ako je izrađen zadanim priborom. Učenik koristi svoj pribor za pisanje i kalkulator.

DN- 2001. g.

Rješenje eksperimentalnog zadatka 4. grupe

ODREĐIVANJE INDEKSA LOMA NEPOZNATE TEKUĆINE

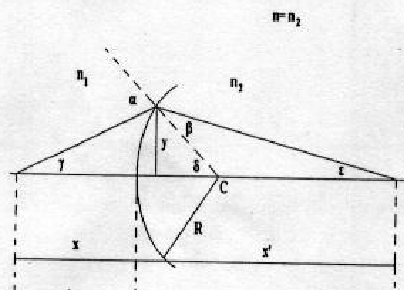
Sredstvo nepoznatog indeksa loma u ampuli djeluje kao povećalo. Zbog toga je potrebno rješavanje usmjeriti na mjerenje visine predmeta (odabrano slovo ili otisnut broj na ampuli) i mjerenja visine slike istog predmeta gledajući ga kroz ampulu. Mjerenje visinepredmeta i slike izvodi se pomičnom mjerkom. Iz podataka dobivenih pomoću više mjerenja moze se odrediti indeks loma i provesti račun pogreške.

U rješavanju eksperimentalnog zadatka indeks loma ampule ne utječe bitno na rezultatjer je staklo ampule tanko. (4 boda)

Da bi došli do izraza za indeks loma potrebno je diskutirati pomak zrake svjetlosti iz zraka u sredstvo i prolaska zrake svjetlosti iz sredstva u zrak. U toj diskusiji podrazumjeva se da su promatrani kutevimali pa za njih vrijede Gaussove aproksimacije.

Promotrimo prolazak zrake svjetlosti iz zraka u sredstvo-ampulu:

mali kut	⇒	Gaussova aproksimacija
$\gamma+\delta+\pi-\alpha=\pi$	⇒	$\gamma+\delta=\alpha$
$\beta+\varepsilon+\pi-\delta=\pi$	⇒	$\beta+\varepsilon=\delta$
$n_1\sin\alpha=n_2\sin\beta$	⇒	$n_1\alpha=n_2\beta$
$\mathrm{tg}\gamma=y/x$	⇒	$\gamma=y/x$
$\sin\delta=y/R$	⇒	$\delta=y/R$



$\mathrm{tg}\varepsilon=y/x'$	⇒	$\varepsilon=y/x'$

$n_1(\gamma+\delta)=n_2(\delta-\varepsilon)$

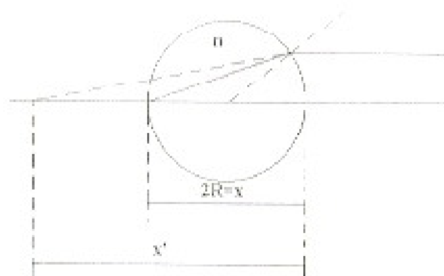
$$n_1\left(\frac{y}{x}+\frac{y}{R}\right)=n_2\left(\frac{y}{R}-\frac{y}{x'}\right)$$

sređivanjem gornje relacije dobivamo

$$\frac{n_1}{x} + \frac{n_2}{x'} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$ (3 boda)

Slično razmatranje provodimo za slučaj kada zraka svjetlosti prolazi iz sredstva u zrak i dobivamo relaciju;

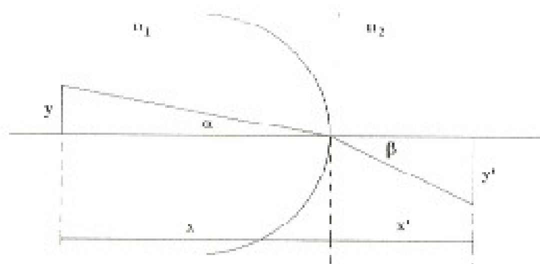
$$\frac{n_1}{x} + \frac{n_2}{x'} = \frac{n_1 - n_2}{R}$$ (2 boda)



Uvrštavanjem u gornju relaciju $n_2=1$, $n_1=n$ i $x=2R$, nakon sređivanja dobivamo relaciju za x',

$$x' = \frac{2R}{n-2}$$ (3 boda)

Povećanje;



$n_1\sin\alpha = n_2\sin\beta \Rightarrow n_1\alpha = n_2\beta$

$tg\alpha = y/x \Rightarrow \alpha = y/x$

$tg\beta = y/x' \Rightarrow \beta = y/x'$ (3 boda)

Kombiniranjem gornjih relacija dobivamo relaciju

$$\frac{y'}{y} = \frac{n}{2-n}$$ (2 boda)

Napravimo li supstituciju $k=y'/y$ i uvrstimo u gornju relaciju, nakon sređivanja dobivamo relaciju za indeks loma sredstva n;

$$n = \frac{2k}{k+1}$$ (2 boda)

y' (mm)	y (mm)	k	n

(8 bodova)

$n = \underline{n} \pm \Delta n$ (3 boda)

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2002. - 4. grupa
Eksperimentalni zadatak

ODREĐIVANJE DEBLJINE SLOJA ZRAKA IZMEĐU DVIJU PLANPARALELNIH PLOČA

Pribor:

planparalelna ploča poznatog indeksa loma n
ploča stiropora
papir
4 pribadače
ravnalo
kutomjer

Zadatak:

Odredi debljinu sloja zraka između planparalelnih ploča poznatog indeksa loma n isključivo zadanim priborom.

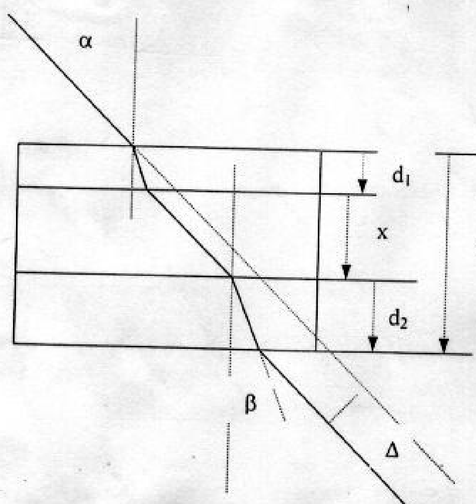
a) Objasni fizikalne osnove rješenja zadatka. (12 bodova)
b) Mjerenjem potrebnih veličina odredi debljinu sloja zraka ne rastavljajući uzorak. (8 bodova)
c) Rezultate prikaži tablično. (6 bodova)
d) Provedi osnovni račun pogreške. (4 bodova)

Ukupno 4. eksperimentalni zadatak: 30 bodova

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2002. - 4. grupa
Rješenje eksperimentalnog zadataka

ODREĐIVANJE DEBLJINE SLOJA ZRAKA IZMEĐU DVIJU PLANPARALELNIH PLOČA

Uzorak se sastoji od 2 planparalelne ploče razmaknute za udaljenost x koju tražimo.



$$\Delta = \frac{d}{\cos\beta}\sin(\alpha-\beta) \quad \Rightarrow \quad d = \Delta\frac{\cos\beta}{\sin(\alpha-\beta)} \qquad (1)$$

Izmjerimo pomak upadne zrake Δ nakon što zraka prođe kroz uzorak, debljinu uzorka l i kut α dok kut β možemo izračunati pomoću relacije:

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \quad \Rightarrow \quad \beta = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n}\right)$$

ili eliminacijom kuta β dobivamo relaciju za d,

$$d = \Delta/\{\sin\alpha[1-(1-\sin^2\alpha)^{1/2}/(n^2-\sin^2\alpha)^{1/2}]\} \qquad (1)$$

Pomoću relacije (1) izračunamo ukupnu debljinu, $(d_1 + d_2)$, planparalelnih ploča d. Debljina sloja zraka dana je relacijom:

$$x = l - d \qquad (2) \qquad \text{(12 bodova)}$$

Izvršiti potrebna mjerenja i izračunati debljinu zraka x pomoću relacije (2) (8 bodova)
Tablični prikaz rezultata mjerenja i računa debljine sloja zraka (6 bodova)
Račun pogreške (4 bodova)

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2003
Eksperimentalni zadatak – 4 razred

Određivanje valne duljine svjetlosti pomoću optičke rešetke

Pribor:

- Optička rešetka
- Laser (λ = 630 nm-680 nm)
- Filtar (zeleni i crveni)
- Izvor bijele svjetlosti
- Ravnalo (do 40 cm)
- Mjerka s pukotinom
- Plastelin za učvrstiti mjerku

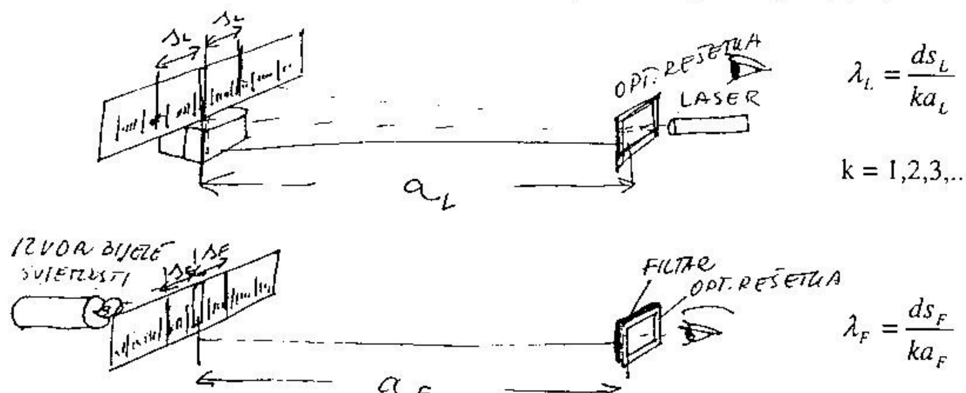
Zadatak

a) opisati postupak određivanja traženih veličina 9 bodova
b) odrediti valne duljine svjetlosti koju propušta zeleni i crveni filtar 9 bodova
c) odrediti konstantu optičke rešetke i broj zareza po 1 cm 8 bodova
d) provesti račun pogreške 4 boda

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2003
Eksperimentalni zadatak – 4 razred

Rješenje

a) Valnu duljinu svjetlosti koju propušta zeleni i crveni filtar optičkom rešetkom moguće je odrediti zadanim priborom tako da se mjere udaljenosti a od optičke rešetke do mjerke s pukotinom i udaljenosti s spektra (k=1,2,...)



$$\lambda_L = \frac{ds_L}{ka_L}$$

k = 1,2,3,..

$$\lambda_F = \frac{ds_F}{ka_F}$$

$$\lambda_L : \lambda_F = \frac{d \cdot s}{k \cdot a_L} : \frac{d \cdot s_F}{k \cdot a_F} \Rightarrow \lambda_F = \frac{s_F \cdot a_L}{a_F \cdot s_L} \lambda_L$$

λ_L=630 nm – 680 nm

Konstantu optičke rešetke d odredi se iz postupka s laserskim snopom. Kako je poznata valna duljina λ_L lasera, mjerenjem s_L, a_L uz k=1 (najintezivniji red spektra) iz izraza

$$\lambda_L = \frac{ds_L}{ka_L} \Rightarrow d = \frac{\lambda_L \cdot k \cdot a_L}{s_L}$$

n(broj zareza) = (jedinična duljina)/d

b) zeleni filtar

a_L/m	s_L/m	a_z/m	s_z/m	λ_z/m

$\bar{\lambda}_z = ...$

$r_z = \frac{|\Delta\lambda|}{\bar{\lambda}_z} \cdot 100\%$ $\lambda_z = (\bar{\lambda}_z \pm \Delta\lambda)$

b) crveni filtar

a_L/m	s_L/m	a_c/m	s_c/m	λ_c/m

$\bar{\lambda}_z = ...$

$r_c = \frac{|\Delta\lambda|}{\bar{\lambda}_c} \cdot 100\%$ $\lambda_c = (\bar{\lambda}_c \pm \Delta\lambda)$

c)

λ_L/m	k	a_L/m	s_L/m	d/m

$\bar{d} = ...$

$$r = \frac{|\Delta d|}{\bar{d}} \cdot 100\% \qquad d = (\bar{d} \pm \Delta d)$$

d) račun pogreške naznačen je kod tabličnog prikaza

DRŽAVNI SUSRET I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Mali Lošinj, 13.-16. svibnja 2004.

Srednje škole – 4. grupa – eksperimentalni zadatak

Određivanje indeksa loma jednakostranične prizme

Pribor:
- jednakostranična prizma
- laser (λ=630 nm)
- selotejp za učvrstiti laser
- metarsko mjerilo

Zadatak:

a)	opisati postupak određivanja tražene veličine zadanim priborom	(12 bodova)
b)	odrediti indeks loma i mjerenja prikazati tablično	(15 bodova)
c)	provesti račun pogreške	(3 boda)
	ukupno:	(30 bodova)

Natjecateljima želimo uspješan rad!

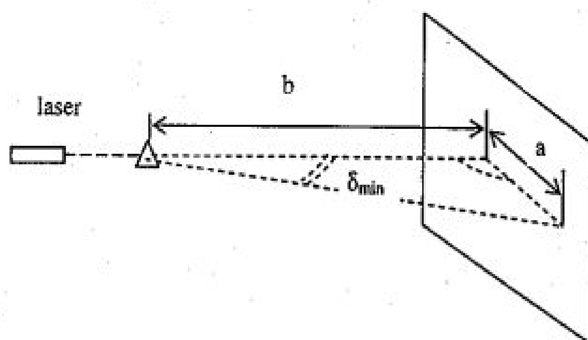
DRŽAVNI SUSRET I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Mali Lošinj, 13.-16. svibnja 2004.

Srednje škole – 4. grupa – eksperimentalni zadatak - rješenje

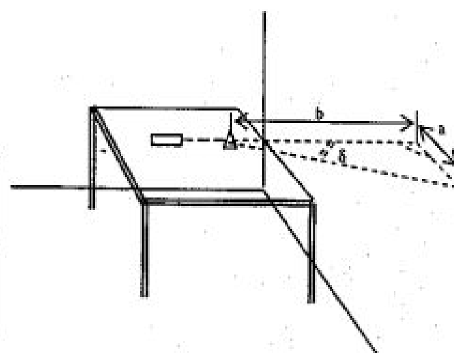
Rješenje

a) određivanje indeksa loma jednakostranične prizme zadanim priborom moguće je određivanjem kuta minimalne devijacije.

Laserski snop usmjeri se okomito na zastor (zid učionice), a onda se na snop postavi prizma koja otkloni laserski snop za neki kut devijacije. Potrebno je prizmu postaviti tako da se dobije najmanji otklon – kut minimalne devijacije.

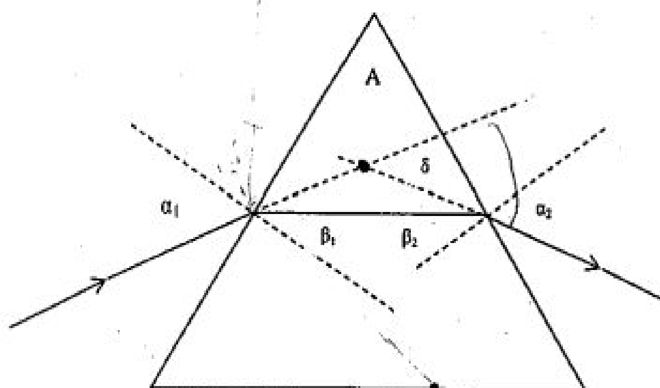


Sl. 1.



Sl. 2.

Izvod:



$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, $\beta_1 = \beta_2 = \beta$

$180^0 = A + (90^0 - \beta_1) + (90^0 - \beta_2)$

$180^0 = A + 180^0 - 2\beta$

$A = 2\beta \rightarrow \beta = \dfrac{A}{2}$

$\delta = (\alpha_1 - \beta_1) + (\alpha_2 - \beta_2) = 2\alpha - 2\beta$

$\delta = 2\alpha - A$

$2\alpha = \delta + A$

$\alpha = \dfrac{\delta + A}{2}$ (2 boda)

Iz sl. 1. i sl.2. vidljivo je da ćemo kut devijacije odrediti iz pravokutnog trokuta:

$tg\delta_{min} = \dfrac{a}{b} = \dfrac{a}{1} \rightarrow \delta_{min} = \text{arc tg}a$

Traženi indeks loma je: $n = \dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \dfrac{\sin\dfrac{\delta_{min} + A}{2}}{\sin\dfrac{A}{2}}$

$n = \dfrac{\sin\dfrac{arctga + 60^0}{2}}{\sin 30^0}$ (4 boda)

b) ako je natjecatelj odabrao traženi postupak, izvršio mjerenja, rezultate mjerenja pokazati će tablično:

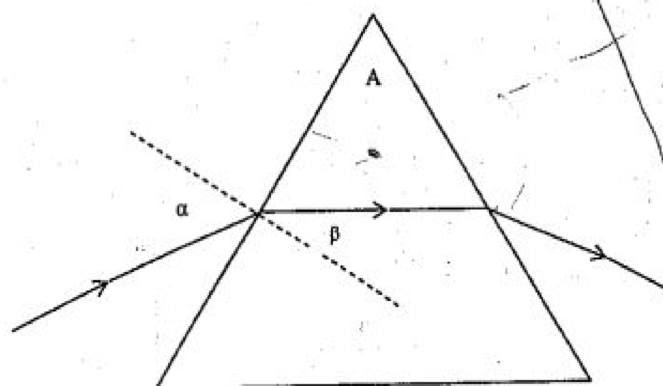
b/m	a/m	$\delta_{min}/^0$	$A/^0$	n

$\bar{n}$ =…… (15 bodova)

c) račun pogreške:

$r = \dfrac{|\Delta n|}{\bar{n}} \cdot 100\%$, $n = \bar{n} \pm \Delta n$ (3 boda)

ukupno…………………………………… (30 bodova)



**a) ako se natjecatelj nije domislio ovom postupku nego je koristeći laserski snop i kutomjer (koji nije u zadanom priboru, ali ga učenici imaju odredio kutove α i β i uvrstio u poznat izraz i obrazložio postupak dobiva

$n = \dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta}$ (5 bodova)

b) tablični prikaz mjerenja bit će:

$\alpha/^0$	$\beta/^0$	sinα	sinβ	n

$\bar{n}$ =…… (6 bodova)

c) $r = \dfrac{|\Delta n|}{\bar{n}} \cdot 100\%$, $n = \bar{n} \pm \Delta n$ (3 boda)

ukupno …………………………………………….(14 bodova)

ako je uradio izvod za prizmu i kut devijacije dobiva još: (2 boda)

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Gospić, 12.-15. svibnja 2005.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Određivanje jakosti divergentne leće

Pribor:
- Divergentna leća
- Trokut ili ravnalo
- Izvor svjetlosti - laser
- Plastelin za učvršćivanje leće, zastora
- Stalak (kvadar) za laser

Zadatak:

a) Opisati postupak određivanja tražene veličine zadanim priborom	(12 bodova)
b) Izvršiti mjerenja i prikazat ih tablično	(15 bodova)
c) Provesti račun pogreške	(3 boda)
Ukupno:	30 bodova

- Molimo natjecatelje da u svoj uradak upišu broj leće označen na leći. Hvala!

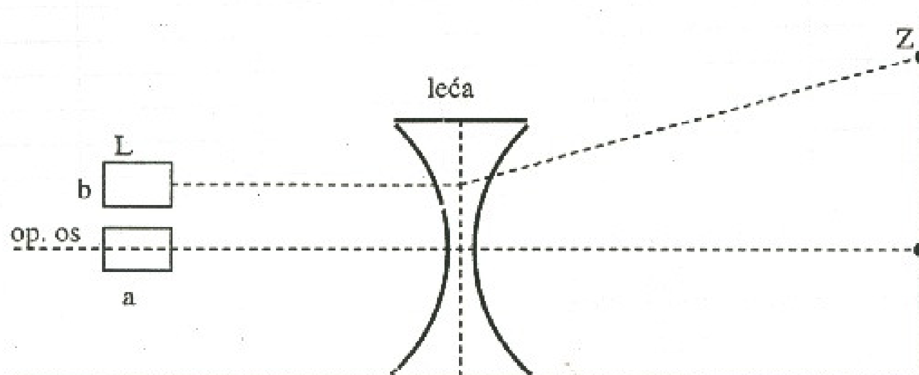
Natjecateljima želimo uspješan rad!

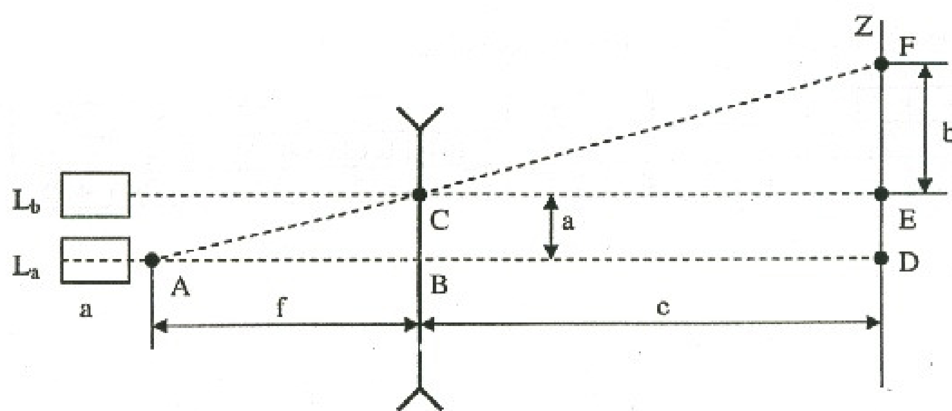
DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Gospić, 12.-15. svibnja 2005.

Srednje škole – 4. grupa

Eksperimentalni zadatak - rješenje

a) Zadanim priborom problem se rješava tako da se plastelinom učvrsti na stolu divergentna leća, zastor, a laser na kvadru. Laserom se prvo odredi optička os leće i označi na zastoru. Tada laserski snop koristimo kao paralelnu zraku optičkoj osi (b) i to mjesto – prolaz paralelne zrake kroz leću, označimo na zastoru. Mjerenjem naznačenih vrijednosti i koristeći slične trokute odredimo fokus leće i jakost.
(2 boda)





ΔABC sličan ΔADF
$f{:}a = (f + c) : (a + b)$
$f(a + b) = a(f + c)$
$fa + fb = af : ac \quad \Rightarrow f = \dfrac{a \cdot c}{b} \Rightarrow j = -\dfrac{1}{f} = -\dfrac{b}{ac}$ (-) diverg. leće

Jednako valjani rezultat je ako se koriste slični trokuti ΔABC i ΔCEF
$f : a = c : b$

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Gospić, 12.-15. svibnja 2005.

$f = \frac{ac}{b} \Rightarrow j = -\frac{b}{ac}$ (2 boda)

b) mjerenjem udaljenosti navedenih u a) i izračun tražene vrijednosti prikazati će se tablično:

	a/m	b/m	c/m	$f = \frac{ac}{b}$ /m	$j = -\frac{1}{f}$ /m^{-1}
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

$\bar{j} =$ (15 bodova)

c) račun pogreške: $r = \frac{|\Delta j|}{\bar{j}} \cdot 100\%$

$j = (\bar{j} \pm |\Delta j|) m^{-1}$ (3 boda)

....

Ukupno: 30 bodova

Za leće pod rednim brojem od 1 -10 rezultati su:

leća	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f/m	0.174	0.211	0.16	0.19	0.167	0.182	0.154	0.148	0.235	0.31
j/m^{-1}	-5.75	-4.75	-6.25	-5.25	-6	-5.5	-6.5	-6.75	-4.25	-3.25

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vis, 11.-14. svibnja 2006.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

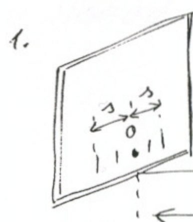
Pribor:
- laser
- optička rešetka (100 zareza po 1 mm)
- uzorak (A,B,C,...)
- zastor
- ravnalo
- plastelin (za učvršćivanje pribora)

Zadatak:	1. određivanje λ lasera	8 bodova
	2. određivanje gustoće tkanja zadanih uzoraka	10 bodova
	3. objasniti teorijsku osnovu za rješavanje zadataka	6 bodova
	4. prikazati rezultate tablično i poredati od najveće do najmanje gustoće	3 boda
	5. provesti račun pogreške	3 boda
	Ukupno:	30 bodova

Opaska: zadatak raditi samo zadanim priborom.
učenik koristi svoj kalkulator i pribor za pisanje.
na uradak obavezno upisati broj uzorka (1A, 1B,1C, 2A, 2B, 2C, 3...).

Rješavanje eksperimentalnog zadatka :

1.



O.R

a

$K\lambda = d \sin\alpha$

$d = \frac{1}{100}\ mm = 10^{-5}\ m$

$K = 1$

$\lambda = \frac{s \cdot d}{K \cdot a}$

2. IDENTIČAN POSTUPAK S UZORCIMA A, B, C

3. OGIB – OPTIČKA REŠETKA

4.

s/m	a/m	λ/m
		$\bar{\lambda}$

s/m	a/m	d/m	n-broj zareza
		$\bar{d}$	$\bar{n}$

5. $\bar{d}$

$|\Delta d|_{max}$

$r = \frac{|\Delta d|_{max}}{\bar{d}} \cdot 100\%$

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Primošten, 10.-13. svibnja 2007.

Srednje škole – 4- grupa.

Pribor:
- uzorak (A, B, C, D)
- laser (λ = 650 nm)
- metarsko mjerilo
- plastelin za učvršćivanje lasera i uzorka
- trokut
- zastor

Zadatak: Uporabom priloženih sredstava treba:
1. Odrediti debljine uzoraka i tablično prikazati mjerene veličine ......14 bodova
2. Opisati postupak određivanja tražene veličine ....10 bodova
3. Provesti račun pogreške
   a) srednju vrijednost ....2 boda
   b) max. relativnu pogrešku ....4 boda

Ukupno: ....30 bodova

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Primošten, 10.-13. svibnja 2007.
Srednje škole – 4. grupa
Eksperimentalni zadatak - rješenje

1. Debljine uzoraka = promjeri niti su:
   dA = 0.1 mm = 10^{-4} m
   dB = 0.2 mm = $2 \cdot 10^{-4}$ m
   dC = 0.25 mm = $2.5 \cdot 10^{-4}$ m
   dD = 0.45 mm = $4.5 \cdot 10^{-4}$ m ....2 boda

Tablični prikaz:
uzorak A: uzorak B: također C i D

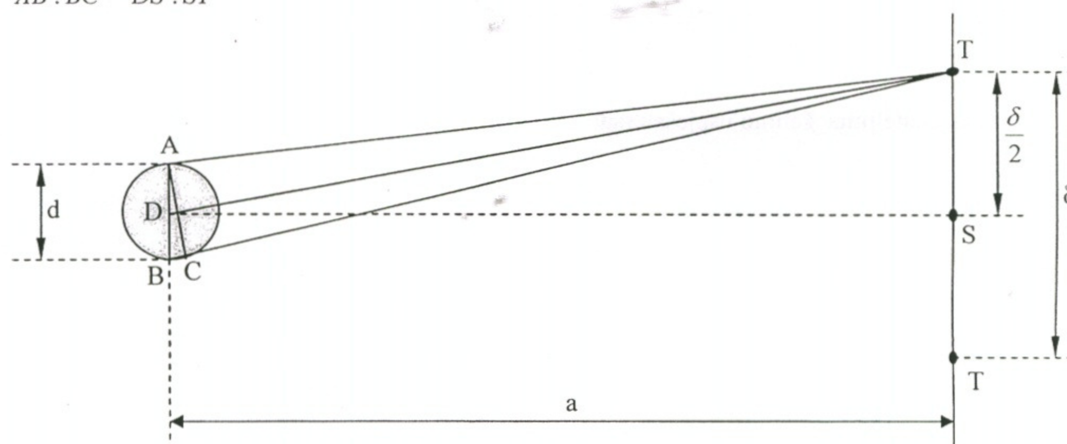
a/m	δ/m	d/m

a/m	δ/m	d/m

Po svakom tabličnom prikazu – unosu podataka mjerenja je 3 boda, tj. 12 bodova
Ukupno ....14 bodova

2. Pojava koja omogućuje određivanje debljine *d* promjera niti zadanim priborom je ogib ili difrakcija svjetlosti na niti. Postupak se sastoji u tome da na nit okomito usmjerimo laserski snop i na zastoru udaljenom *a* mjerimo razmak između tankih pruga ogiba δ ....2 boda

Koristeći slične trokute Δ ABE i Δ DST uz uvjete da je a >>d i $\overline{DT} \approx \overline{DS}$ iz proporcionalnosti stranica $\overline{AB} : \overline{BC} = \overline{DS} : \overline{ST}$



$\overline{BC} = \frac{\lambda}{2}$, $\overline{TS} = \frac{\delta}{2}$ crtež..................4 boda

$d : \frac{\lambda}{2} = a : \frac{\delta}{2}$, $d \cdot \frac{\delta}{2} = a \cdot \frac{\lambda}{2} \rightarrow d\delta = a\lambda$, tražena veličina je $d = \frac{a\lambda}{\delta}$ ....4 boda

ukupno...10 bodova

3. a) Da bismo odredili srednju vrijednost potrebno je za pojedini uzorak izvršiti više mjerenja i rezulta prikazati kao srednju vrijednost:

$\overline{d_A} = \frac{d_{1A} + d_{2A} + ... + d_{nA}}{n}$, $\overline{d_B} = \frac{d_{1B} + d_{2B} + ... + d_{nB}}{n}$, $\overline{d_C}$ i $\overline{d_D}$ također na jednaki način .....2 boda

b) Maksimalnu relativnu pogrešku određujemo tako da odredimo max. apsolutnu pogrešku
$\Delta d_{mA} = (\overline{d} - d_n)_A$, $\Delta d_{mB} = (\overline{d} - d_n)_B$, Δd_{mC}, Δd_{mD}

te je $r_{mA} = \frac{\Delta d_{mA}}{\overline{d_A}} \cdot 100\%$, $r_{mB} = \frac{\Delta d_{mB}}{\overline{d_B}} \cdot 100\%$, r_{mC}, r_{mD} ....4 boda

ukupno.. 6 bodova

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

Poreč, 8. - 11. svibnja 2008.

Srednje škole – 4. Grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:

- dva ravna zrcala
- predmet - pribadača
- stiroporni podložak
- papir s ucrtanim kutomjerom

Zadatak: Uporabom priloženih sredstava treba:

a) Odrediti broj slika predmeta mijenjajući kut α između dva zrcala i tablično prikazati tražene veličine ……………………10 bodova

b) grafički prikazati ovisnost kuta α i broja slika n, odrediti algebarski izraz za tu ovisnost……………………………………..10 bodova

c) konstrukcijom prikazati broj slika predmeta u zrcalima koja su pod kutom $\alpha = 60^\circ$…………………………....10 bodova

---

Ukupno: ……………………………………………30 bodova

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

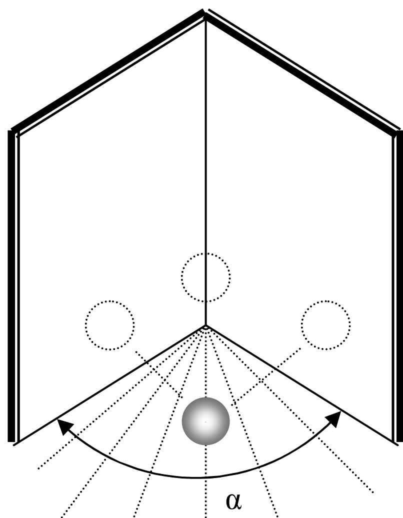
Poreč, 8. - 11. svibnja 2008.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Rješenje

a) Postavljanjem zrcala na kutomjer i učvršćivanjem predmeta - pribadače između zrcala za svaki odabrani kut α brojanjem odredimo broj virtualnih slika n …………(8 bodova)

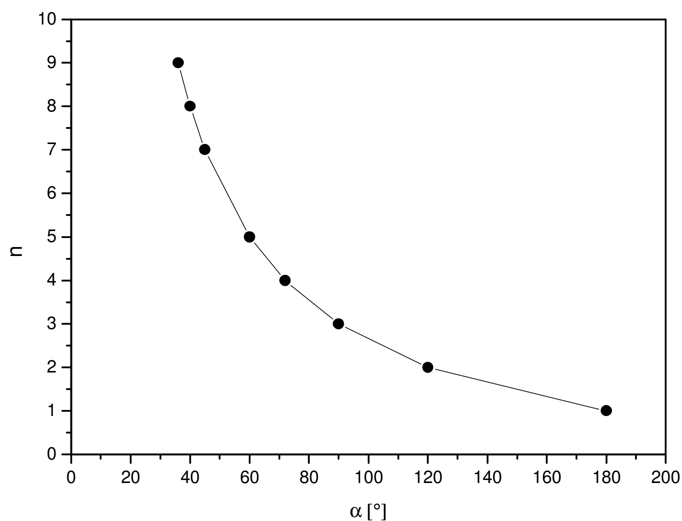


tablični prikaz:

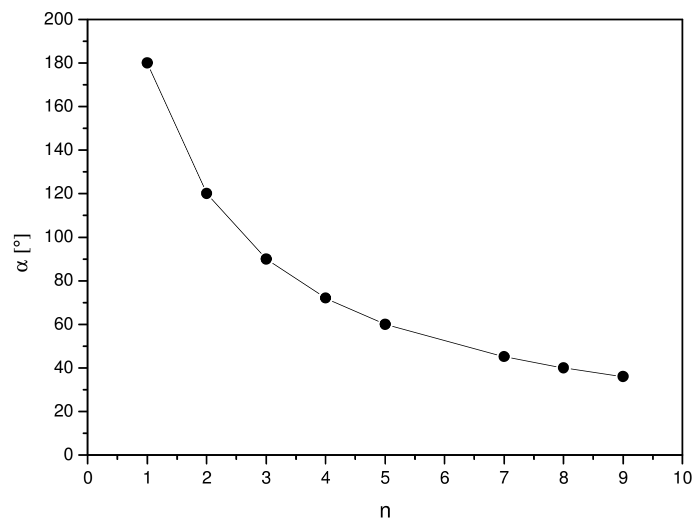
α	180º	120º	90º	72º	60º	45º	40º	36º
n	1	2	3	4	5	7	8	9

(2 boda)

b)



ili



(2 boda)

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

Poreč, 8. - 11. svibnja 2008.

Grafički prikaz pokazuje obrnutu proporcionalnost α i n, to znači da je umnožak tih veličina neka konstanta → $n \cdot \alpha =$ konst.

Za $n = 1$, $\alpha = 180°$ vrijedi $1 \cdot 180° = 180°$

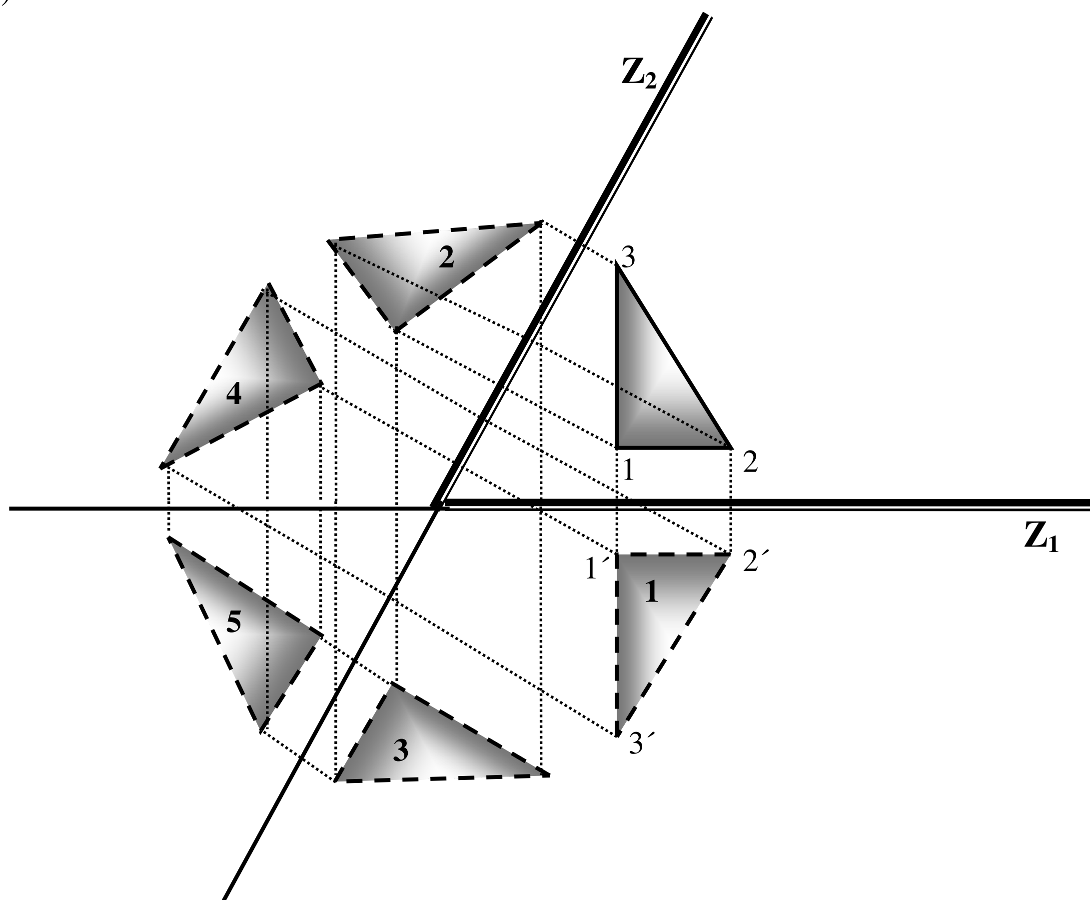
te je: $n = \frac{\pi}{\alpha}$, $\alpha = \frac{\pi}{n}$ ……………….(3 boda)

Kako za ostala mjerenja to ne vrijedi potrebno je konstatirati: virtualne slike, a i predmet leže na kružnici čije je središte u sjecištu oba zrcala te bi konstanta trebala biti $2\pi = 360°$ → $n \cdot \alpha = 360°$

$n = \frac{360^o}{\alpha}$ → ovaj izraz vrijedi ako slikama pribrojimo i predmet, ako želimo samo broj slika izraz je:

$n = \frac{360^o}{\alpha} - 1$ ………………………..(5 bodova)

c)



(10 bodova)

Postupak kod preslikavanja u oba zrcala svodi se na ortogonalne projekcije tako da virtualne slike nastale u zrcalima Z_1 i Z_2 ponovno preslikamo → slike 1 i 2 preslikaju se u 3 i 4, a ove dvije virtualne slike preklope se u slici 5.

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vukovar, 3. - 6. svibnja 2009.

Srednje škole – 4. skupina

Praktični zadatak

Pribor:
- staklena čaša
- šivaća igla
- pluteni podložak
- škare
- ravnalo
- bočica s vodom

Zadatak: Uporabom priloženih sredstava treba:

1. Odrediti granični kut totalne refleksije .... 8 bodova
2. Opisati postupak određivanja tražene veličine .... 6 bodova
3. Provesti račun pogreške:
   a) srednja vrijednost .... 2 boda
   b) max. relativna pogreška .... 4 boda
   c) komentar preciznosti mjerenja .... 2 boda
4. Navesti teorijske osnove totalne refleksije i prema eksperimentalnim rezultatima odrediti indeks loma vode .... 8 bodova

Ukupno: .... **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vukovar, 3. - 6. svibnja 2009.

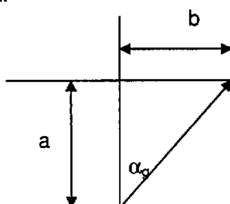
Srednje škole – 4. skupina
Praktični zadatak
Rješenje i smjernice za bodovanje

1.
Tablični prikaz:

Redni broj mjerenja	a/m	b/m	$\alpha_g/°$

Unesene vrijednosti za a i b minimalno 3 puta ...... 6 bodova
Određen granični kut .... 2 boda
Ukupno ...... 8 bodova

2.



Crtež ..... 2 boda

Pluteni podložak izrežemo u oblik kvadrata /dimenzije prilagodimo tako da podložak stane u čašu/. Podložak kroz sredinu probodemo šivaćom iglom i stavimo u čašu koju smo do vrha napunili vodom. Šivaću iglu pomičemo gore-dolje tako dugo, dok ne iščezne njezin vrh koji je u vodi.

Opis ... 2 boda

Granični kut α_g izračunamo prema:

$\tan \alpha_g = b/a$ Izraz ...... 2 boda

Ukupno ... 6 bodova

3.

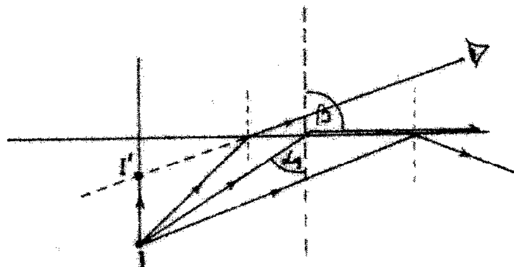
a) Srednja vrijednost za minimalno tri mjerenja:
$\alpha_g' = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) / 3$ ...... 2 boda

b) Max. relativna pogreška:
- odrediti pojedinačno odstupanje od srednje vrijednosti
$\Delta a_i = a_g' - a_i$ ..... 1 bod
- odrediti apsolutnu vrijednost najvećeg pojedinačnog odstupanja
$| \Delta a_{i\,max} |$ ...... 1 bod
- izračunati maksimalnu relativnu pogrešku za eksperimentalna mjerenja:
$r_m = [(|\Delta a_{i\,max}| / \alpha_g') \cdot 100] \%$ ...... 1 bod

c) Usporedba r_m i preciznosti mjerenja ...... 1 bod
Nabrojiti minimalno dva čimbenika koji utječu na točnost rezultata
...... 1 bod
Ukupno ... 8 bodova

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vukovar, 3. - 6. svibnja 2009.

4.



Crtež .... 2 boda

Totalna refleksija: zraka svjetlosti upada na graničnu plohu iz optički gušćeg sredstva pod kutom većim od graničnog (kuta loma), te se reflektira po zakonu refleksije svjetlosti. Granični kut loma je kut za koji upadni kut iznosi 90°.

.... 2 boda

Sinus graničnog kuta jednak je recipročnoj vrijednosti indeksa loma gušćeg sredstva.

$$\frac{\sin\alpha_g}{\sin 90} = \sin\alpha_g = \frac{n_{rjeđeg}}{n_{gušćeg}}, \qquad \sin\alpha_g = \frac{1}{n_{sredstva}}$$

Apsolutni indeks loma za vodu za valnu duljinu od 576 nm:
n = 1,33

.... 4 boda

Ukupno .... 8 bodova

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE
Varaždin, 2. - 3. svibnja 2010.

Srednje škole – 4. skupina

Praktični zadatak

Pribor:
- laserski pokazivač
- pomična mjerka
- trokut
- dvometar
- tri komada žice različitih presjeka
- šivaća igla
- drveni podložak
- izolir traka
- plastelin
- gumica
- bijeli papir
- karton
- škare

Zadatak:

1. Odrediti valnu duljinu laserske svjetlosti koristeći dvije od četiri ponuđene "niti" tako da se:
   a) opiše teorijska osnova eksperimentalnog postupka uz skicu s naznačenim fizikalnim veličinama .... 4 boda
   b) opiše primijenjeni eksperimentalni postupak određivanja debljine odabranih niti primjenom noniusove skale na pomičnoj mjerki .... 2 boda
   c) detaljno opiše i skicira primijenjeni eksperimentalni postupak određivanja valne duljine laserske svjetlosti .... 4 boda
   d) tablično prikažu rezultati za minimalno tri mjerenja s istom niti .... 3 boda
   e) provede račun pogreške koji uključuje srednju vrijednost, maksimalno pojedinačno odstupanje, maksimalnu relativnu pogrešku i zapis točnog rezultata. .... 4 boda

2. Ponoviti eksperimentalni postupak iz prvog zadatka na vlasi kose. .... 5 bodova

3. Analizirati dobivene eksperimentalne rezultate:
   a) u skladu s karakteristikama laserskog snopa .... 2 boda
   b) u skladu s teorijom ogiba .... 2 boda
   c) uz osvrt na preciznost mjerenja i određivanje energije za dobivenu vrijednost valne duljine .... 4 boda

Ukupno: .... **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

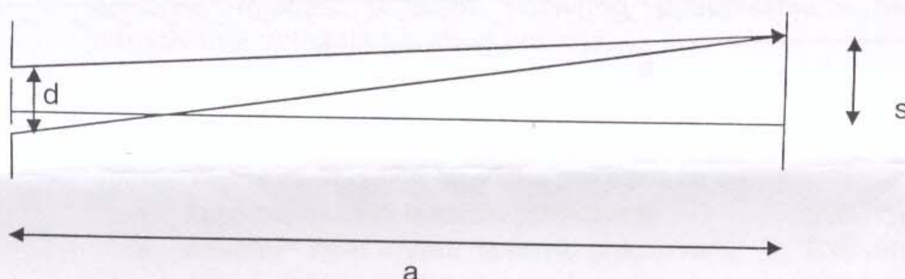
Varaždin, 2. - 3. svibnja 2010

Srednje škole – 4. skupina

Praktični zadatak - rješenje

1.

a) Teorijska osnova eksperimentalnog postupka odnosi se na opis ogiba svjetlosti na niti i nastajanje interferentne slike na zastoru, pri čemu je najznačajnije spomenuti:
- ogib ili difrakcija svjetlosna je pojava skretanja svjetlosti u geometrijsku sjenu zapreke ili pukotine i jedan je od dokaza valne prirode svjetlosti;
- na mjestima na zastoru do kojih svjetlosni valovi dolaze s razlikom hoda $n\lambda$ nastaju svijetle pruge konstruktivne interferencije; tamne pruge su posljedica destruktivne interferencije;
- ako je upadna svjetlost monokromatska – svijetle pruge imaju boju upadne svjetlosti, u suprotnom slučaju na zastoru dobivamo pruge spektralnih boja;
- ogib na niti tumači se Huygensovim principom analogno kao i interferencija valova iz koherentnih izvora, te se najjednostavnije skicom može prikazati kao Youngov pokus interferencije:



Skica 1.

Na skici 1. su:

d - udaljenost između dvije pukotine – u eksperimentalnom primjeru debljina niti;

a - udaljenost od niti do zastora;

s - udaljenost između središnje i prve svijetle pruge.

Valna duljina se može odrediti prema izrazu /izvod nije neophodan/:

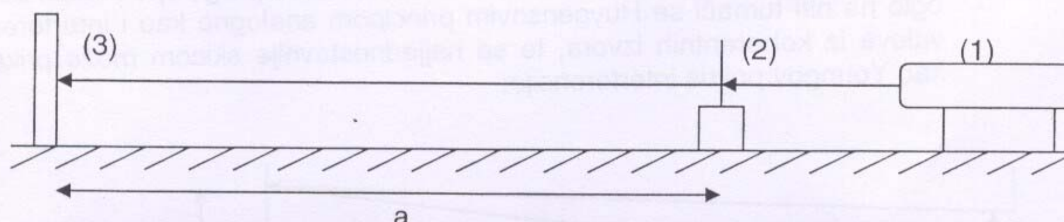
$$n\lambda = (s \cdot d)/a \quad (1)$$

..... 4 boda

b) Pomična mjerka /pomično mjerilo/ omogućuje točnost mjerenja dužina na desetinku milimetra. Pomična mjerka se sastoji od štapa na kojem su označeni cm i mm, duž kojeg može kliziti otvor koji nosi skalu 'nonij' i tako omogućava očitavanje 1/10 mm. Svaki djelić na noniju za 1/10 je manji od djelića na štapu. Podudaraju li se npr. peta crtica noniusove skale sa petom crticom štapa, razlika između je 0,5 mm /može se i skicirati/.

..... 2 boda

c)
1. Odaberu se dvije tanje žice i njihov se promjer izmjeri pomoću pomične mjerke /tri puta se ponovi svako mjerenje, rezultati mjerenja upisuju se u Tablicu 1/.
2. Na jednom kraju stola stavi se drveni kvadar (3) na kojem se pomoću izolir trake zalijepi bijeli papir koji će poslužiti kao zastor.
3. Škarama se iz kartona izreže pravokutnik/kvadrat s rupom istog oblika, te se pomoću izolir trake na kvadrat pričvrsti žica. Karton (2) se zatim postavi na improvizirani stalak od plastelina ili gumice (plastelin se može zarezati škarama i zatim pritisnuti uz karton; za gumicu se karton može spojiti pomoću izolir trake).
4. Laserski pokazivač (1) pričvrsti se također za gumicu ili dio plastelina; ako je potrebno, pri korištenju laser se drži u upaljenom položaju pomoću izolir trake omotane oko njega i postolja.
5. Elementi se poslažu kao na skici 2 /korisno je na stolu povući ravnu crtu ili prilijepiti izolir traku, radi bržeg nalaženja ogibne slike/. Udaljenost između niti i zastora mjeri se dvometrom, a između dviju svijetlih (tamnih) pruga pomoću trokuta. Valna duljina se računa prema relaciji (1).



Skica 2. Raspored pri vršenju mjerenja ..... 4 boda

d)
Tablica 1:
Mjerenje d niti pomoću pomične mjerke

Nit	Red. br.	d/m	$\bar{d} - d_i$

Tablica 2:
Određivanje λ laserske svjetlosti

Nit	Red. br.	d/m	a/m	s/m	λ/m	$\lambda' - \lambda_i$

..... 3 boda

e) Određivanje srednje vrijednosti: $\bar{d} = \Sigma d_i / n$, n – broj mjerenja

Apsolutna vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja: $| \Delta d_{max} |$

Relativna maksimalna pogreška: $r_m = [(| \Delta d_{max} | / \bar{d}) \cdot 100]$ %

Zapis točnog rezultata: $d = (\bar{d} \pm \Delta d_{max})$ m

(isto sve i za λ) ..... 4 boda

2. Eksperiment s vlasi kose klasičan je u ovom području i zahtjeva veću strpljivost pri namještanju, a omogućava veću preciznost pri mjerenju:

Tablični prikaz za tri mjerenja ..... 3 boda
Račun pogrešaka i zapis rezultata ..... 2 boda

3. Analiza eksperimentalnih rezultata:

a) jedna od osnovnih karakteristika laserskog snopa je koherentnost - rezultati dobiveni pomoću ogiba na tri različite niti trebali bi biti približno isti uz malu relativnu pogrešku; ..... 2 boda

b) koliko će se valovi ogibati, ovisi o širini otvora pukotine u odnosu prema valnoj duljini valova; ako je širina otvora mnogo veća od valne duljine svjetlosti, ogib je malen; sa smanjivanjem širine otvora/niti ogib postaje izrazitiji – na to je trebalo obratiti pažnju pri izboru pogodnih "niti" – tanjih žica, radi lakšeg mjerenja razmaka između pruga na ogibnoj slici; ..... 2 boda

c) Navesti, na osnovu stečenog eksperimentalnog iskustva, minimalno dva utjecaja na preciznost mjerenja (poput: precizno očitavanje pomoću pomične mjerke, problem pravilnog postavljanja elemenata, točno određivanje položaja niti zbog postolja…). ..... 2 boda

Rezultati za valnu duljinu laserske svjetlosti priznaju se u granicama eksperimentalne pogreške (poželjno je: $r_m < 5\%$); teorijske vrijednosti valnih duljina za klasične laserske pokazivače su:

- Žuto-narančasti laserski pokazivači: 593 nm
- AlGaInP 'bolji' crveni laserski pokazivači: 635 nm
- AlGaInP 'jeftiniji/slabiji' crveni laseri: 670 nm

Energiju fotona potrebno izraziti u eV, a računa se prema:

$E_F = (h \cdot c) / \lambda$ (2) ..... 2 boda

1. zadatak:	17 bodova
2. zadatak:	5 bodova
3. zadatak:	8 bodova
Ukupno:	**30 bodova**

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.

Srednje škole – 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:
- pet svijeća
- drveno postolje
- olovka
- bijeli papir
- bijeli hamer
- ravnalo
- metar
- selotejp
- plastelin
- šibice

Zadatak: Uporabom priloženih sredstava:

1. Odredite omjer jakosti dva izvora svjetlosti:
   a) koji se sastoje od jedne, tj. od dvije svijeće; .... 2 boda
   b) koji se sastoje od jedne, tj. od tri svijeće; .... 2 boda
   c) koji se sastoje od kombinacija svijeća po vašem izboru. ... 2 boda

   Riječima, skicom i algebarskim izrazom zorno opišite svoj eksperimentalni rad. .... 5 bodova
2. Rezultate za minimalno tri mjerenja u svakom primjeru prikažite tablično. .... 6 bodova

   Provedite račun pogreške. Komentirajte dobivene maksimalne relativne pogreške. Ispišite točan rezultat prema apsolutnoj vrijednosti maksimalnog odstupanja. .... 6 bodova

3. Analizirajte dobivene eksperimentalne rezultate:
   a) definirajte osnovni princip rada optičkog fotometra; ... 2 boda
   b) objasnite na koji biste način odredili jakost jedne svijeće ako je drugi izvor žarulja poznatog napona i jakosti struje; .... 2 boda
   c) koliko biste ukupno kombinacija mogli eksperimentalno provjeriti s dobivenim priborom? .... 1 bod
   d) obzirom da postoji više vrsta optičkih fotometara (Bunsenov, Rumfordov, Bouguerov, Jollyjev, Riccijev), uz osnovni princip koji je kod svih isti, što može biti različito u eksperimentalnoj metodi? .. 2 boda

---

Ukupno: .... **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.

Srednje škole – 4. skupina

Eksperimentalni zadatak - rješenje

1. *Odredite omjer jakosti dva izvora svjetlosti:*
   a) *koji se sastoje od jedne, tj. od dvije svijeće;* .... *2 boda*
   b) *koji se sastoje od jedne, tj. od tri svijeće;* .... *2 boda*
   c) *koji se sastoje od kombinacija svijeća po vašem izboru.* .... *2 boda*

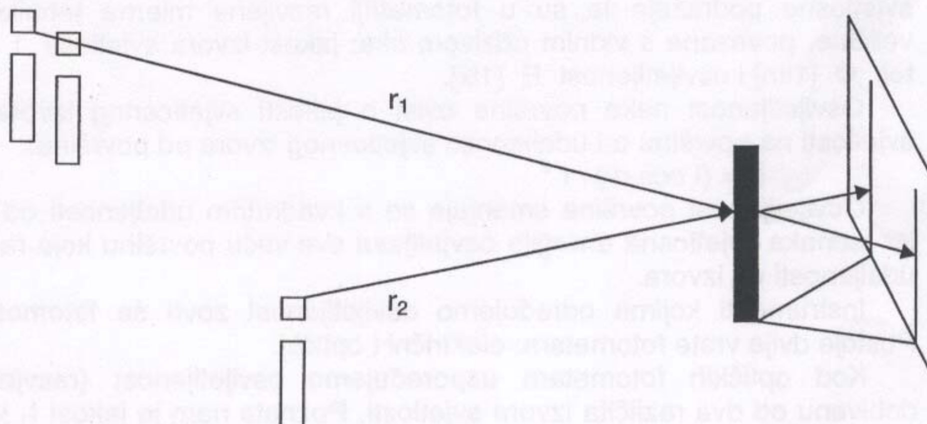
Prema eksperimentalnim rezultatima (točke 1 i 2) i razumijevanju fizikalnih osnova u eksperimentalnom zadatku (točka 3/a,b), potrebno je dobiti odgovarajuće omjere intenziteta (I_1 / I_2) i eksperimentalni rezultat za svaku kombinaciju izraziti kao broj bez mjerne jedinice (kako slijedi iz definicije omjera).

Riječima, skicom i algebarskim izrazom zorno opišite svoj eksperimentalni rad. .... *5 bodova*

Prema danom priboru može se sastaviti Rumfordov fotometar (skica 1):

- pred vertikalni bijeli zastor (bijeli papir selotejpom pričvršćen za drveno postolje postavljeno okomito) postavimo vertikalni štap (olovka pričvršćena na hamer kao podlogu pomoću plastelina ili nakapane svijeće);
- pred taj štap namjestimo dva izvora svjetlosti (u zadanim primjerima jedan izvor je jedna svijeća, a drugi izvor predstavljaju dvije, tj. tri svijeće);
- pomicanjem jednog izvora svjetlosti namjestimo sjene štapa na zastoru tako da budu jednako tamne i zatim izmjerimo udaljenosti (u navedenom primjeru praktično je dvije, tj. tri svijeća držati na fiksnoj udaljenosti, a pomicati jednu svijeću);
- mjeriti udaljenost od središta izvora svjetlosti do štapa koji baca sjenu (skica 1);
- omjer jakosti izvora svjetlosti određujemo prema omjeru kvadrata njihovih udaljenosti (relacija 4).

Skica 1:



DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.

2. Rezultate za minimalno tri mjerenja u svakom primjeru prikažite tablično.
.... 6 bodova

Tablični prikaz treba precizno sadržavati na koju se kombinaciju izvora svjetlosti odnosi (u samoj tablici ili u nazivu tablice), redni broj mjerenja, te izmjerene udaljenosti r_1 i r_2. Obzirom na točku 4, u istom tabličnom prikazu mogu biti dodani i stupci za relativno odstupanje od srednje vrijednosti i omjer intenziteta.
Primjer jednostavne tablice:

Kombinacija	Redni broj mjerenja	r_1 / cm	r_2 / cm
	1.		
	2.		
	3.		

Provedite račun pogreške. Komentirajte dobivene maksimalne relativne pogreške. Ispišite točan rezultat prema apsolutnoj vrijednosti maksimalnog odstupanja.
.... 6 bodova

Određivanje srednje vrijednosti: $\bar{d} = \Sigma\, d_i / n$, n – broj mjerenja (1)

Apsolutna vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja: $|\Delta d_{max}|$

Relativna maksimalna pogreška: $r_m = [\,(|\Delta d_{max}| / \bar{d}\,) \cdot 100\,]\ \%$ (2)

Zapis točnog rezultata: $d = (\bar{d} \pm \Delta d_{max})$ m (3)

Napomena: $d \sim r_1$, tj. $r_2 \sim$ račun pogreške odnosi se na onu udaljenost koja je tijekom mjerenja bila varijabilna, ako je jedan od izvora svjetlosti ostavljen na istom položaju.

2. Analizirajte dobivene eksperimentalne rezultate:
a) definirajte osnovni princip rada optičkog fotometra; ... 2 boda

Vidljiva svjetlost dio je elektromagnetnog zračenja koje emitiraju svjetlosni izvori; ako uđe u oko, ona uzrokuje osjet svjetlosti. Oko može uspoređivati različite svjetlosne podražaje te su u fotometriji razvijene mjerne tehnike za svjetlosne veličine, povezane s vidnim odzivom oka: jakost izvora svjetlosti I [1cd], svjetlosni tok Φ [1lm] i osvijetljenost E [1lx].

Osvijetljenost neke površine ovisi o jakosti svjetlosnog izvora I, kutu upada svjetlosti na površinu α i udaljenosti svjetlosnog izvora od površine:

$$E = (I \cos \alpha) / r^2$$

Osvijetljenost površine smanjuje se s kvadratom udaljenosti od izvora svjetlosti jer jednaka svjetlosna energija osvjetljava sve veću površinu koja raste s kvadratom udaljenosti od izvora.

Instrumenti kojima određujemo osvijetljenost zovu se fotometri (svjetlomjeri). Postoje dvije vrste fotometara: električni i optički.

Kod optičkih fotometara uspoređujemo osvijetljenost (rasvjetu) na zastoru dobivenu od dva različita izvora svjetlosti. Poznata nam je jakost I_1 jednog od izvora koji je udaljen od ravnine zastora za r_1 i koji daje osvijetljenost E. Želimo li odrediti jakost drugog izvora I_2, mijenjamo njegovu udaljenost r_2 dok ne dobijemo jednaku osvijetljenost na istoj ravnini.

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Vinkovci, 5. - 8. svibnja 2011.

Osnovni princip rada optičkog fotometra:

- poznavajući jakost jednog izvora i udaljenost oba izvora od zastora, možemo odrediti jakost drugog izvora ili omjer jakosti dva nepoznata izvora, prema relaciji:

$$I_1 : r_1^2 = I_2 : r_2^2 \qquad (4)$$

b) objasnite na koji biste način odredili jakost jedne svijeće ako je drugi izvor žarulja poznatog napona i jakosti struje; .... *2 boda*

Prema relaciji (3) jakost nepoznatog izvora određuje se preciznim mjerenjem udaljenosti:

$$I_1 = I_2 (r_1 : r_2)^2 \qquad (5)$$

Obzirom da svijeća predstavlja svjetlosni izvor jakosti od približno jedne kandele (jedna kandela se definira kao svjetlosna jakost izvora koji emitira svjetlost valne duljine 555 nm i kojemu je snaga po jediničnom prostornom kutu 1/683 W), prema zadanim parametrima mogla bi se odrediti jakost žarulje, pri čemu nije potrebno dodatno određivati snagu žarulje prema poznatim vrijednostima napona i jakosti struje kroz žarulju.

c) koliko biste ukupno kombinacija mogli eksperimentalno provjeriti s dobivenim priborom? .... *1 bod*

Ako na raspolaganju imamo pet svijeća, možemo uspoređivati jednu svijeću kao izvor svjetlosti s dvije svijeće, odnosno tri i četiri svijeće, a također i dvije svijeće kao jedan izvor svjetlosti s tri svijeće: to su četiri osnovne kombinacije. Zanimljivo je dokazati i jednake udaljenosti za dva izvora od istog broja svijeća: po jedna, tj. po dvije svijeće u izvoru.

d) obzirom da postoji više vrsta optičkih fotometara (Bunsenov, Rumfordov, Bouguerov, Jollyjev, Riccijev), uz osnovni princip koji je kod svih isti, što može biti različito u eksperimentalnoj metodi? .... *2 boda*

Stečeno eksperimentalno iskustvo pod točkama 1. – 5. daje odgovor na ovo pitanje: kod nabrojenih jednostavnih optičkih fotometara uvijek se uspoređuju dva izvora svjetlosti tako da se izvori pomiču dok se ne dobije jednaka osvijetljenost; **razlika je u načinu usporedbe** (uočava se nestanak 'masne' mrlje na zastoru postavljenom između dva izvora – Bunsenov, izvori se postavljaju tako da predmet na zastoru baca jednaku sjenu – Rumfordov, prati se osvijetljenost na zastoru uz dodatni pomični zastor – Buguerov, središnji predmet pomiče se između dva izvora dok ne bude jednako osvijetljen – Jollyjev i Riccijev fotometar).

1. zadatak:	11 bodova
2. zadatak:	12 bodova
3. zadatak:	7 bodova
Ukupno:	.... **30 bodova**

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

Korčula, 13.-16. svibnja 2012.

Srednje škole – 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:

- Kombinirana lupa
- A4 papir sa strukturama različitih veličina
- Ravnalo
- Milimetarski papir
- Prozirnica
- Vodootporni tanki flomaster

Zadatak: Uporabom priloženih sredstava:

1. a) Prema eksperimentalnoj primjeni podataka dobivenih za vaše oko, odredite povećanje za obje lupe:
   - detaljno skicom, riječima i algebarskim izrazima zorno opišite postupak; .... 6 bodova
   - rezultate za minimalno pet mjerenja za svaku lupu prikažite tablično; .... 3 boda
   - precizno na milimetarskom papiru konstrukcijom slike prikažite po jedan eksperimentalni primjer za svaku lupu; .... 6 bodova
   - analizirajte mogućnost provedbe računa pogreške za Vaša mjerenja, te konkretno provedite račun pogreške na određivanju žarišne duljine barem jedne lupe, uz tablični zapis rezultata i konstrukciju slike za žarište korištene leće; .... 4 boda

   b) Razmotrite slučaj da ste lupe držali na daljini jasnog vida:
   - izvedite klasični izraz za kutno povećanje lupe prema konstrukcijama slika za predmet bez i sa lupom koji se nalazi na daljini jasnog vida; ...... 2 boda
   - odredite područje u kojem se može nalaziti konačna slika i teorijski interval povećanja; .... 1 bod
   - komentirajte odnos povećanja lupe, žarišne daljine leće i konvergencije te odredite maksimalan iznos žarišne daljine i povećanja takve lupe; .... 1 bod
   - navedite gdje je najčešća primjena lupe u ovom slučaju; .... 1 bod

   c) Razmotrite slučaj u kojem se oko nalazi dalje od vaše granice jasnog vida:
   - konstruirajte sliku s naznačenim svim relevantnim parametrima; ... 2 boda
   - koristeći jednadžbu tanke leće izvedite izraz za kutno povećanje lupe; .... 1 bod
   - odredite granične uvjete kod kojih taj izraz postaje jednadžba kutnog povećanja kod lupe; .... 1 bod
   - usporedite teorijski interval takvih povećanja kao i interval žarišnih daljina leća s vašim eksperimentalnim rezultatima; .... 1 bod
   - navedite konkretan primjer primjene lupe u ovom slučaju. .... 1 bod

Ukupno: .... **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

Srednje škole – 4. skupina

Eksperimentalni zadatak – rješenje i smjernice za bodovanje

1. *a) Prema eksperimentalnoj primjeni podataka dobivenih za vaše oko, odredite povećanje za obje lupe:*
   - *detaljno skicom, riječima i algebarskim izrazima zorno opišite postupak;* ... 6 bodova

Skica i opis: najprimjerenije predstavlja konstrukciju slike za konvergentnu leću s naznačenim veličinama koje učenik može izmjeriti sam koristeći jednu ruku u kojoj drži lupu (povećalo) i drugu ruku u kojoj drži ravnalo; pri radu prijedlog je koristiti izravno papir na ravnoj podlozi (stolu) i gledati kroz lupu okomito na papir/prozirnicu.
Algebarski izrazi izvedeni su pod točkama b) i c).

- *rezultate za minimalno pet mjerenja za svaku lupu prikažite tablično;* ... 3 boda

Tablice 1 i 2 jednostavne su strukture i sadrže redni broj mjerenja i mjerene veličine prema izvedenim algebarskim izrazima.

- *precizno na milimetarskom papiru konstrukcijom slike prikažite po jedan eksperimentalni primjer za svaku lupu;* ... 6 bodova

Crtež s priborom koji prati podatke iz tablica 1 i 2, kao skica pri opisu, može biti i u određenom mjerilu

- *analizirajte mogućnost provedbe računa pogreške za Vaša mjerenja, te konkretno provedite račun pogreške na određivanju žarišne duljine barem jedne lupe, uz tablični zapis rezultata i konstrukciju slike za žarište korištene leće;* ... 4 boda

Provesti račun slučajnih pogrešaka s određivanjem apsolutne vrijednosti maksimalnog odstupanja, relativne maksimalne pogreške i točnim zapisom konačnog rezultata (dovoljno je opisati postupak za povećanje lupe i zatim konkretno primijeniti statističku analizu pri određivanju žarišne daljine za minimalno 3 mjerenja za jednu leću).

Mjerenja se provode tako da se u jednoj ruci leća pomiče okomito na ravnu površinu dok se ne fokusira svjetlost, a drugom rukom približi se ravnalo i očita udaljenost leće od papira (preciznost mjerenja može se povećati tako da se subjektivno – opažanjem, ili objektivno – trakicom bijelog papira ili niti konca, označi središte povećala jer se leća nalazi u nosaču širine do 1 cm).

Crtež je klasičan primjer konstrukcije slike za žarište leće.

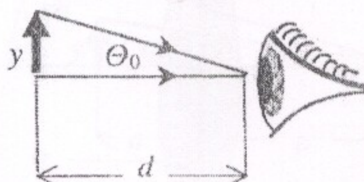
b) Razmotrite slučaj da ste lupe držali na daljini jasnog vida:
- *izvedite klasični izraz za kutno povećanje lupe prema konstrukcijama slika za predmet bez i sa lupom koji se nalazi na daljini jasnog vida;* ...... 2 boda

Kutno povećanje M (1) lupe definiramo kao omjer tangensa kuta gledanja pod kojim se neki predmet vidi kroz lupu Θ_1 /Slika 2/ i tangensa kuta pod kojim se isti predmet vidi bez lupe Θ_o na daljini jasnog vida /Slika 1/:

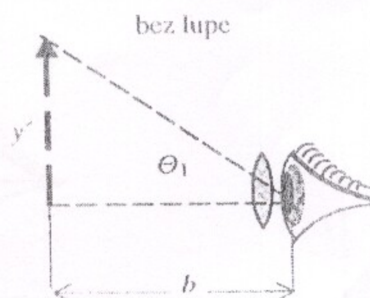
$$M = \frac{\operatorname{tg}\Theta_1}{\operatorname{tg}\Theta_0} \quad (1)$$

$$\operatorname{tg}\Theta_0 = \frac{y}{d}, \quad (2)$$

$$\operatorname{tg}\Theta_1 = \frac{y'}{b}. \quad (3)$$



Slika 1.



Slika 2.

Odnos veličine slike i predmeta kod konvergentne leće po apsolutnoj vrijednosti dan je relacijom (4), te prema kombinaciji relacija (1-4) slijedi izraz (5):

$$\frac{y'}{y} = \frac{b}{a}. \quad (4)$$

$$M = \frac{d}{a}. \quad (5)$$

- *određite područje u kojem se može nalaziti konačna slika i teorijski interval povećanja;* ... *1 bod*

Konačna slika može se nalaziti u području od $d \leq b \leq \infty$.
Interval povećanja može se zapisati kao:

od $M = \dfrac{d}{f} + 1$ do $M = \dfrac{d}{f}$

- *komentirajte odnos povećanja lupe, žarišne daljine leće i konvergencije te odredite maksimalan iznos žarišne daljine i povećanja takve lupe;* ... *1 bod*

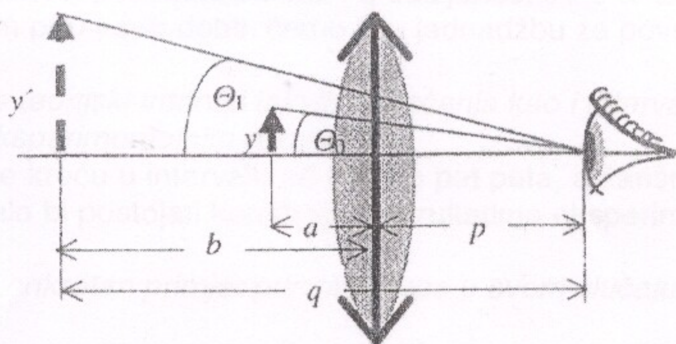
Kutno povećanje lupe veće je što je žarišna daljina manja, tj. što je njezina konvergencija (jakost) veća.

Praktična primjena ukazuje na činjenicu da se žarišna daljina ne može po volji smanjiti jer se njenim smanjenjem povećavaju pogreške leće; u praksi su žarišne daljine nešto malo manje od 1 cm, a povećanje lupe može biti najviše 30 puta; za veće povećanje potrebno je koristiti sustave leća.

- *navedite gdje je najčešća primjena lupe u ovom slučaju;* .... *1 bod*

Najpoznatija i najčešća primjena je kod urara i draguljara.

c) Razmotrite slučaj u kojem se oko nalazi dalje od vaše granice jasnog vida:
- *konstruirajte sliku s naznačenim svim relevantnim parametrima;* ... *2 boda*
-



Slika 3.

- *koristeći jednadžbu tanke leće izvedite izraz za kutno povećanje lupe;* *... 1 bod*

Povećalo - konvergentna leća – žarišne duljine f_p nalazi se blizu teksta visine y koji se nalazi na udaljenosti a od leće ($a < f_p$). Slovom q označen je razmak između oka i konačne virtualne slike koju stvara leća. Prema Slici 3. kutno povećanje je:

$$M = \frac{\frac{y'}{q}}{\frac{y}{a+p}} \quad (6)$$

Kako je y'/y= b/a, za kutno povećanje povećala možemo napisati izraz:

$$M = \frac{b}{a}\frac{a+p}{q} \quad (7)$$

Kad se tekst promatra bez povećala, tada se nalazi na daljini jasnog vida d:

$$a + p = d \quad (8)$$

Iz Slike 3. vidljivo je kako je

$$|b| = q - p \quad (9)$$

Koristeći jednadžbu tanke leće i uzevši u obzir da je b < 0, za povećanje povećala tako izvedemo izraz:

$$M = \frac{d}{f}\left(1-\frac{p}{q}\right)+\frac{d}{q} \quad (10)$$

- *odredite granične uvjete kod kojih taj izraz postaje jednadžba kutnog povećanja kod lupe;* *... 1 bod*

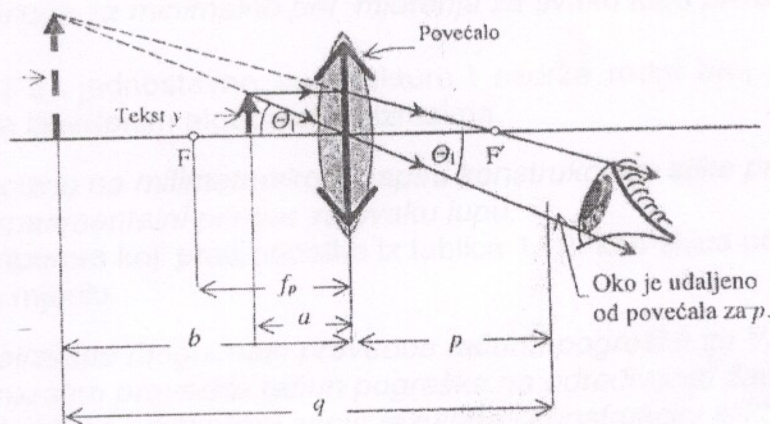
U izrazu (10) d je daljina jasnog vida na kojoj se nalazi tekst, f žarišna duljina povećala, p udaljenost povećala od oka i q udaljenost slike teksta od oka.
Uvrštavanjem p=0 i q=b dobit ćemo istu jednadžbu za povećanje kao kod lupe.

- *usporedite teorijski interval takvih povećanja kao i interval žarišnih daljina leća s vašim eksperimentalnim rezultatima;* .... *1 bod*

Povećanja se kreću u intervalu od dva do pet puta, a žarišne duljine su između 5 cm i 25 cm; trebala bi postojati korelacija s rezultatima eksperimentalnih mjerenja.

- *navedite konkretan primjer primjene lupe u ovom slučaju.* .... *1 bod*

Lupa se koristi za promatranje većih površina: za čitanje, promatranje lista biljaka, promatranje poštanskih maraka i slično (primjeri u kojima se oko nalazi puno dalje od povećala) /Slika 6/.



Slika 4.

Ukupno: .... **30 bodova**

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

Biograd na Moru, 02. - 05. svibnja 2013.

srednje škole - 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

CD kao optička rešetka

Pribor: Poluvodički laser, žica promjera 0.28 mm , CD , metar , milimetarski papir , plastelin , samoljepljiva traka

Zadatak :

1. Odredite valnu duljinu laserske svjetlosti , rezultate mjerenja prikažite tablično i provedite račun pogreške (15 bodova)
2. Objasnite zašto se CD može koristiti kao optička rešetka , odredite konstantu optičke rešetke, rezultate mjerenja prikažite tablično i provedite račun pogreške (15 bodova)

U sklopu zadatka treba:

a) Nacrtati skice eksperimenata

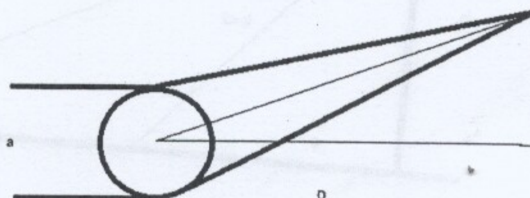
b) Napisati izraze tj. formule koje povezuju mjerene veličine s traženim veličinama (valna duljina laserske svjetlosti i konstanta optičke rešetke)

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE
Biograd na Moru, 02. - 05. svibnja 2013.

srednje škole - 4. skupina

RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATKA

1. Da bi odredili valnu duljinu laserske svjetlosti koristit ćemo ogib svjetlosti na žici (niti) poznate debljine a=0.28 mm. **(2 boda)**
Kao zastor koristimo milimetarski papir. Pomoću plastelina i trake učvrstimo laser i žicu tako da laserski snop pada na sredinu žice , a ogibnu sliku promatramo na zastoru.
Mjerimo udaljenost prvog maksimuma od središnjeg , tu udaljenost označavamo sa s , a udaljenost žice od zastora sa D.



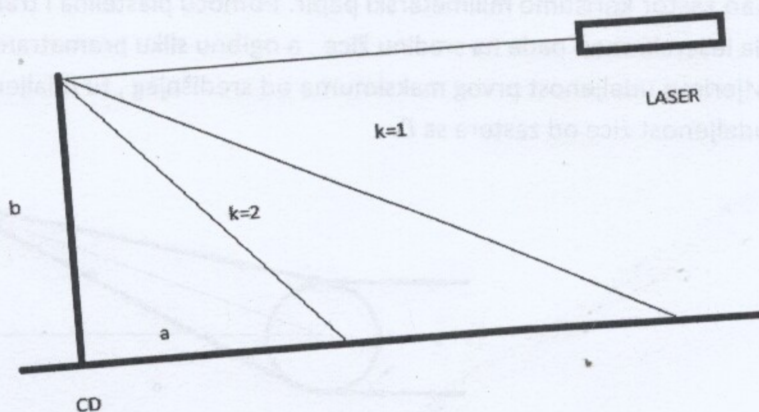
(2 boda)

Koristimo izraz za ogib na niti:
$a\sin\vartheta = k\lambda$ **(2 boda)**
Kut ϑ odredimo mjereći D i s :
$tg\vartheta = \frac{s}{D}$ **(2 boda)**
Budući da je D puno veći od s tj. kut ϑ je vrlo mali možemo koristiti aproksimaciju
$\sin\vartheta \approx tg\vartheta$
i uz k=1 dobije se

$\lambda=\frac{a}{D}s$ **(2 boda)**

Više mjerenja možemo dobiti mijenjajući D i za različite k.
Podatke prikažemo tablično i provedemo račun pogreške. **(5 bodova)**

2. CD se sastoji od mnoštva sitnih i gusto pakiranih žljebova koji se spiralno šire od središta diska prema njegovom rubu. Valovi koji se reflektiraju od različitih žljebova međusobno interferiraju. Dakle CD nam može poslužiti kao reflektirajuća optička rešetka. **(2boda)**
Da bi odredili konstantu rešetke postavimo CD i laser prema slici.



(2 boda)

Uvjet za pojavu maksimuma je: **(2 boda)**

$d sin\vartheta = k\lambda$

gdje je d konstanta rešetke koja se traži , a λ je valna duljina laserske svjetlosti koju smo odredili u prvom dijelu zadatka.

Kao zastor koristimo milimetarski papir koji postavimo na stol.

Na zastoru dobivamo dva maksimuma tj. mogući su slučajevi k=1 i k=2.

Mjereći udaljenosti a i b možemo odrediti sinuse kutova prema: **(2 boda)**

$sin\vartheta = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$

,a onda lako nalazimo i konstantu rešetke prema: **(2 boda)**

$d = \frac{k\lambda\sqrt{a^2+b^2}}{b}$

Više mjerenja napravimo za različite udaljenosti a i b , rezultate mjerenja prikažemo tablično i provedemo račun pogreške. **(5 bodova)**

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Stubičke Toplice, 5. – 8. svibnja 2014.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:

- svijeća
- ravnalo, kratko
- ravnalo, dugo
- mjerna vrpca
- kvadrat platna marame
- leća
- četiri kvačice za rublje
- škare
- bijeli papir A4
- srednje tvrdi karton
- prozirnica
- tri flomastera u boji
- selotejp
- šibice

Zadatak:

1. Odredite valnu duljinu svjetlosti pomoću naznačenog pribora tako da:

I.

a) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka .... 2 boda

b) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama 2 boda

c) ukratko opišete način vršenja mjerenja .... 2 boda

d) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja s istom pukotinom .... 3 boda

e) provedete račun pogreške koji uključuje srednju vrijednost, maksimalno pojedinačno odstupanje, maksimalnu relativnu pogrešku i zapis točnog rezultata. .... 4 boda

II.

f) ponovite eksperimentalni postupak iz prvog zadatka za svjetlost propuštenu kroz dva različita filtra:
- uz opis kako ste pripremili filtre .... 2 boda
- tablični prikaz rezultata mjerenja .... 3 boda
- proveden račun pogreške .... 4 boda

III.

g) analizirate dobivene eksperimentalne rezultate:
- odredite utjecaj širine pukotine na rezultate mjerenja .... 2 boda
- što sve utječe na preciznost dobivenih eksperimentalnih rezultata 3 boda
- eksperimentalni rezultati u odnosu na teorijske vrijednosti .... 3 boda

---

Ukupno: .... **30 bodova**

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Stubičke Toplice, 5. – 8. svibnja 2014.

Srednje škole – 4. grupa

Eksperimentalni zadatak - rješenje

1. Odredite valnu duljinu svjetlosti pomoću naznačenog pribora tako da:

I.

a) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka ... 2 boda

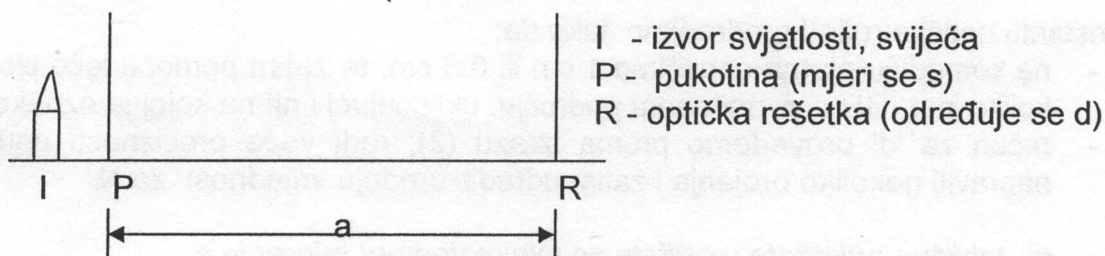
Obzirom da je izvor svjetlosti svijeća, u zadatku pod I. načelno određujemo valnu duljinu kontinuiranog spektra tako da koristimo optičku rešetku kroz koju promatramo usku pukotinu iza koje se nalazi naš izvor svjetlosti:

$n\,\lambda = (d \cdot s) / a$ (1)

n = 1,2,3 - redni broj opažanog maksimuma na ogibnoj slici

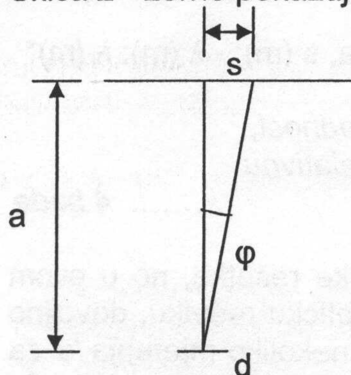
b) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama ... 2 boda

Skica 1- pokazuje osnovni raspored korištenih eksperimentalnih elemenata:



I - izvor svjetlosti, svijeća
P - pukotina (mjeri se s)
R - optička rešetka (određuje se d)

Skica 2 - zorno pokazuje fizikalne veličine koje mjerimo:



s - udaljenost prvog maksimuma od pukotine
a - udaljenost optičke rešetke od pukotine

d – konstanta optičke rešetke:

$d = D / N$ (2)

D - jedinična duljina
N - broj zareza po jediničnoj duljini

c) ukratko opišete način vršenja mjerenja ... 2 boda

Eksperimentalne elemente pripremimo na sljedeći način:

- bijeli papir izrežemo u obliku pravokutnika širine kratkog ravnala; na sredini označimo mjesto na kojem pomoću škara prorežemo pukotinu približne širine 1 mm (poželjno je da duljina pukotine bude veća, kako bi u donjem dijelu bio

načinjen otvore za škare, a da se u gornjem dijelu dobije približno ravna pukotina; pukotina može biti uža i šira, ovisno o vještini rezanja škarama, kao što papir može biti različite duljine – predloženi način idealan je da se mjerna skala koja se nalazi na kratkom ravnalu i papir s pukotinom pričvrste zajedno);

- drugi način da se napravi pukotina je da se pripreme dva pravokutnika i pomoću selotejpa pričvrste na kratkom ravnalu tako da je razmak između njih 1 mm ili, ovisno o vještini postavljanja, 0,5 mm;
- za optičku rešetku od kartona se pripremi odgovarajući okvir na koji se, pomoću selotejpa, pričvrsti prema veličini okvira odrezani komadić platna marame (mjerenja je moguće izvesti tako da se marama drži i u ruci, ali tada je umanjena preciznost određivanja veličine 'a');
- pripremljeni elementi postavljaju se na ravnu podlogu kako je naznačeno na Skici 1: udaljenost 'a' mjeri se velikim ravnalom ili mjernom vrpcom (preporuka da iznosi između 30 i 60 cm); udaljenost 's' očitava se izravno pri promatranju pukotine kroz optičku rešetku (prati se prvi maksimum; u slučaju praćenja minimuma, u izraz (1) unijeti uvjet za minimum: $(2n - 1)\ \lambda/2$;
- papir s pukotinom i mjernom skalom u obliku kratkog ravnala kao i optičku rešetku okomito na podlogu postavljamo pomoću kvačica za rublje (preporuka; mjerenja će biti lakša i preciznija ako od točke koja će predstavljati položaj svijeće po stolu olovkom označite pravac na koji postavljate pukotinu i optičku rešetku; svijeću staviti na papir kako se ne bi oštetio stol!);
- NAPOMENA: paziti da svijeća ne bude preblizu papiru s pukotinom; obzirom na visinu svijeće, prepoloviti je škarama, tj. svakako izravnati donju plohu!

Konstantu optičke rešetke odredimo tako da:

- na komadiću platna označimo 1 cm ili 0,5 cm, te zatim pomoću leće izbrojimo koliko ima niti na označenom području, uključujući i nit na kojoj je oznaka;
- račun za 'd' provedemo prema izrazu (2); radi veće preciznosti uputno je napraviti nekoliko brojanja i zatim odrediti srednju vrijednost za N.

d) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja s istom pukotinom .... *3 boda*

Tablica 1 sadrži: - Redni broj mjerenja; - mjerene veličine: d, a, s (m); - λ (m); λ_i (m)*

e) provedete račun pogreške koji uključuje srednju vrijednost, maksimalno pojedinačno odstupanje, maksimalnu relativnu pogrešku i zapis točnog rezultata. .... *4 boda*

Račun pogreške može se odnositi i na određivanje 'd' optičke rešetke, no u ovom slučaju, obzirom na određivanje veličine 's' viziranjem kroz optičku rešetku, dovoljno je Tablicu 1 popuniti s nekoliko različitih vrijednosti 'a' i 's', tj. nekoliko mjerenja 's' za isti 'a', te provesti navedeni račun, pri čemu je korisno odmah veličinu odstupanja pojedinačnog rezultata od srednje vrijednosti λ_i (m)* uvrstiti također u Tablicu 1, ili napraviti novu tablicu.

Srednja vrijednost: $\bar{\lambda} = \Sigma \lambda_i / n$, n – broj mjerenja (3)

Apsolutna vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja:

$|\Delta \lambda_{max}|$ ~ prema λ_i (m)*

Relativna maksimalna pogreška: $r_m = [(| \Delta \overline{\lambda}_{max} | / \overline{\lambda}) \cdot 100] \%$ (4)

Zapis točnog rezultata: $\lambda = (\overline{\lambda} \pm \Delta \lambda_{max})$ m (5)

II.

f) ponovite eksperimentalni postupak iz prvog zadatka za svjetlost propuštenu kroz dva različita filtra:
- uz opis kako ste pripremili filtre ... *2 boda*

Veličinu prozirnice oblikovati prema veličini papira s pukotinom, kako bi pomoću istih kvačica bilo moguće pridržati prozirnicu, papir s pukotinom i kratko ravnalo kao mjernu skalu. Pomoću flomastera (markera) obojati jednolično prozirnicu u onom dijelu gdje se nalazi i pukotina (pretpostavka je da će u izboru biti crvena i plava boja kao krajnje boje vidljivog područja).

- tablični prikaz rezultata mjerenja ... *3 boda*

Tablica 2 sadrži iste veličine, uz naznaku boje korištenog filtra, tj. mogu se načiniti i dvije tablice.

- proveden račun pogreške ... *4 boda*

Na isti način kao pod točkom e) – u ovako osmišljenom eksperimentalnom radu posebno nas zanima zapis rezultata za valnu duljinu crvene i plave svjetlosti, koji sadrži i maksimalnu granicu pogreške, $\Delta \lambda_{max}$.

III.

g) analizirate dobivene eksperimentalne rezultate:
- odredite utjecaj širine pukotine na rezultate mjerenja ... *2 boda*

Ovdje se ne traži analiza odnosa širine pukotine i ogibne slike, već jednostavna činjenica da bi precizna mjerenja uvijek trebala dati rezultate valne duljine u intervalu vidljivog područja spektra elektromagnetnog zračenja.

- *što sve utječe na preciznost dobivenih eksperimentalnih rezultata* ... *3 boda*

Traži se sažet opis stečenog eksperimentalnog iskustva; potrebno je navesti minimalno tri veličine koje utječu na preciznost (npr. koje se nepreciznosti javljaju kod određivanja 's', 'a' i 'd' - svakako treba uključiti i način na koji se određuje konstanta optičke rešetke – npr. više mjerenja, statistički precizniji rezultat i sl.).

- eksperimentalni rezultati u odnosu na teorijske vrijednosti .... 3 boda

Eksperimentalni rad pod I. trebao je dati vrijednosti valnih duljina u okviru vidljivog područja spektra elektromagnetskog zračenja: 400 nm do 750 nm; eksperimentalni rad pod II. trebao bi omogućiti točnije pozicioniranje tih vrijednosti za valnu duljinu plave, tj. crvene svjetlosti kao dviju granica vidljivog područja.

Ukupno: .... **30 bodova**

Fizika - državno - 4. razred - eksperimenti 50

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Trogir, 11. – 14. svibnja 2015.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:
- plastična posudica
- papirnati ubrus
- stiropor
- 6 čačkalica
- 6 pribadača
- ravnalo
- kutomjer
- milimetarski papir
- voda
- ulje

Zadatak:

1. Odredite indeks loma za vodu i ulje pomoću naznačenog pribora tako da:

I.

a) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka .... 2 boda

b) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama .... 2 boda

c) napišete izraz za indeks loma i izvedete odgovarajuće izraze za pomak zrake svjetlosti prema skici kao i izraz za pomak zrake svjetlosti koji uključuje i indeks loma .... 2 boda

d) ukratko opišete način vršenja mjerenja .... 2 boda

e) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja za vodu .... 3 boda

f) provedete račun pogreške koji uključuje srednju vrijednost, maksimalno pojedinačno odstupanje, maksimalnu relativnu pogrešku i zapis točnog rezultata. .... 4 boda

II.

g) ponovite eksperimentalni postupak iz prvog zadatka za ulje uz:
- tablični prikaz rezultata mjerenja .... 3 boda
- proveden račun pogreške .... 4 boda
- priložene eksperimentalne papire za vodu i ulje s označenim fizikalnim veličinama koje ste mjerili .... 2 boda

III.

h) analizirate dobivene eksperimentalne rezultate:
- što sve utječe na preciznost dobivenih eksperimentalnih rezultata .... 2 boda
- ukratko komentirate dobivene rezultate za vodu i ulje u odnosu na teorijske vrijednosti .... 2 boda
- zaključno navedete o čemu ovisi pomak zrake svjetlosti kroz planparalelnu ploču, te uz fizikalnu skicu komentirate narav slike kroz npr. prozorsko staklo .... 2 boda

---

Ukupno: .... **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Trogir, 11. – 14. svibnja 2015.

Srednje škole – 4. grupa

Eksperimentalni zadatak - rješenje

1. Odredite indeks loma za vodu i ulje pomoću naznačenog pribora tako da:

I.

a) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka .... ***2 boda***

Planparalelnu ploču čine dva međusobno paralelna ravna dioptra, razmaknuta za udaljenost d.

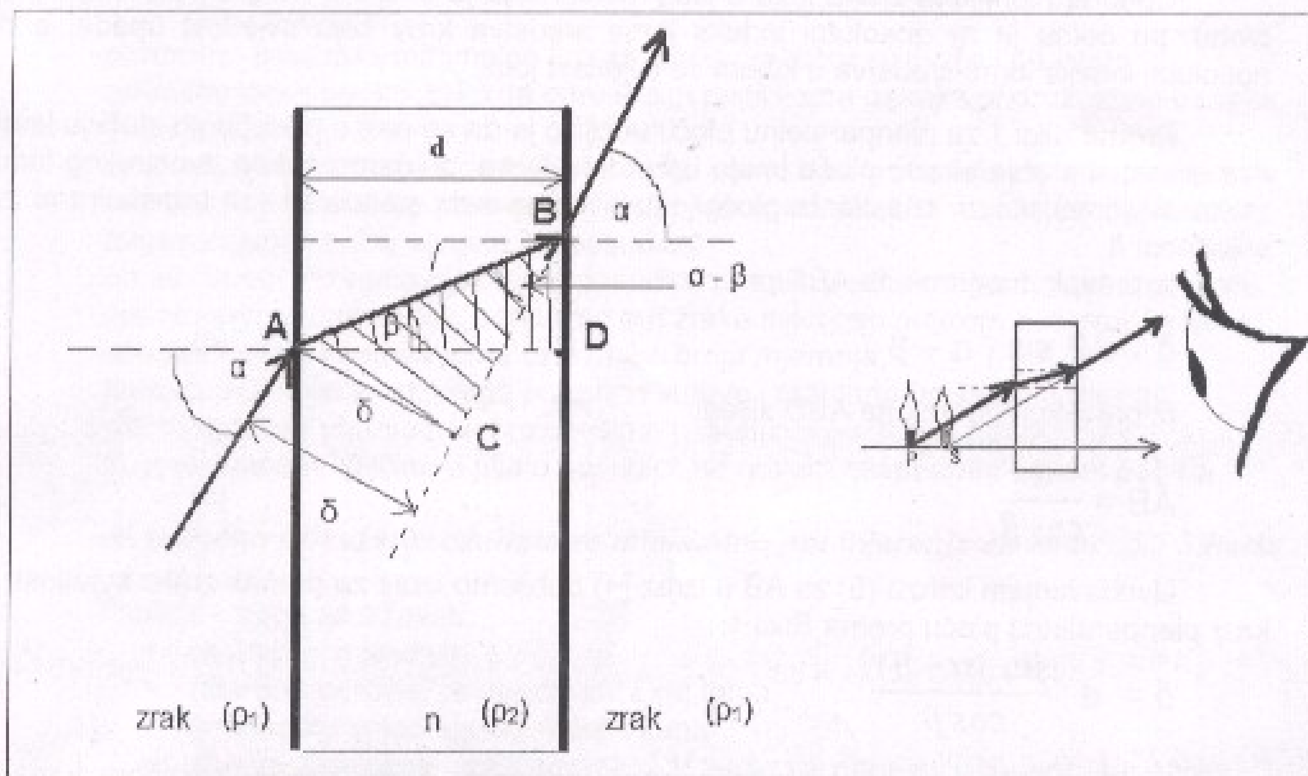
Ravni dioptar predstavlja granicu između dva optički prozirna sredstva različitih indeksa loma n_1 i n_2, međusobno odvojenih ravninom (npr. zrak i voda).

Općenito dioptar smatramo granicom između dva prozirna, homogena, izotropna sredstva.

Na dioptrijskoj plohi koja dijeli dva optički različita sredstva (ρ_1 i ρ_2) svjetlost mijenja pravac širenja. Tu pojavu nazivamo lom ili refrakcija svjetlosti (jedan od četiri osnovna zakona geometrijske optike). Lomljena zraka također leži u upadnoj ravnini i zatvara s okomicom na dioptrijsku plohu kut β. Omjera sinusa kuta upadanja α i sinusa kuta loma β stalan je broj koji nazivamo indeksom loma n, što je poznato kao Snelliusov zakon loma (Willebrord Snellius, 1580.-1626., nizozemski matematičar).

Zraka svjetlosti koja pod nekim kutom dolazi na prvi ravni dioptar iz optički rjeđeg sredstva, lomi se prema okomici, dolazi do drugog ravnog dioptra i tada se ponovno lomi, ovaj put, zbog prijelaza iz optički gušćeg u rjeđe sredstvo, prema okomici, pri čemu su ulazna i izlazna zraka međusobno paralelne i pomaknute za veličinu δ.

b) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama ..2 boda



Slika 1. Pomak zrake svjetlosti na planparalelnoj ploči

Slika 2. Narav slike kroz prozorsko staklo

Fizika - državno - 4. razred - eksperimenti 52

Osnovne fizikalne veličine koje treba naznačiti na skici: upadni i lomljeni kut, debljina ploče i pomak zrake svjetlosti.

c) napišete izraz za indeks loma i izvedete odgovarajuće izraze za pomak zrake svjetlosti prema skici kao i izraz za pomak zrake svjetlosti koji uključuje i indeks loma .... 2 boda

Snelliusov zakon loma:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \qquad (1)$$

Ako je prvo sredstvo vakuum, tada indeks loma nazivamo apsolutnim indeksom loma n. Prema definiciji apsolutni indeks loma vakuuma je jedan. Kad svjetlosna zraka upada iz vakuuma u bilo koje prozirno sredstvo, lomi se prema okomici, odnosno kut loma β uvijek je manji od upadnog kuta α, što znači da je apsolutni indeks loma broj koji je uvijek veći od jedan ($n > 1$). U obzir treba uzeti kako se upadna zraka na granici dvaju sredstava lomi, ali također i djelomično reflektira po zakonu refleksije. Iz navedenog zaključujemo kako je sredstvo optički gušće što ima veći apsolutni indeks loma.

Ako se lom zrake svjetlosti događa između dva sredstva od kojih niti jedno nije vakuum, tada se indeks loma između ta dva prozirna sredstva naziva relativnim indeksom loma drugog sredstva u odnosu na prvo ($n_{2,1}$). Relativni indeks loma jednak omjeru apsolutnih indeksa loma:

$$n_{2,1} = n_2 / n_1 \qquad (2)$$

Zakon loma možemo napisati i na ovaj način:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \qquad (3)$$

Upadna i lomljena zraka leže u istoj ravnini koja je okomita na graničnu dioptrijsku plohu, pri čemu je n_1 apsolutni indeks loma sredstva kroz koju svjetlost upada, a n_2 apsolutni indeks loma sredstva u kojem se svjetlost lomi.

Prema Slici 1 za planparalelnu ploču uočljivo je da se radi o posebnom slučaju kada dva sredstva s obje strane ploče imaju isti indeks loma, pri čemu nakon dvostrukog loma zraka svjetlosti nakon izlaska iz ploče ostaje sama sebi paralelna, ali translatirana za vrijednost δ.

Iz pravokutnog trokuta ABC proizlazi:

$$\delta = AB \sin(\alpha - \beta) \qquad (4)$$

Iz pravokutnog trokuta ABD slijedi:

$$AB = \frac{d}{\cos \beta} \qquad (5)$$

Uvrštavanjem izraza (5) za AB u izraz (4) dobijemo izraz za pomak zrake svjetlosti kroz planparalelnu ploču prema Slici 1:

$$\delta = d \, \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta} \qquad (6)$$

Kut loma β i upadni kut α međusobno su povezani Snelliusovim zakonom loma:

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} \qquad (7)$$

Za pomak zrake svjetlosti nakon trigonometrijskih transformacija vrijedi slijedeći konačan izraz u kojem je sadržan i zakon loma:

$$\delta = d \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right) \qquad (8)$$

d) ukratko opišete način vršenja mjerenja .... ***2 boda***

Eksperimentalni set pripremimo na slijedeći način:

- stiropor postavimo na ravnu podlogu stola;
- na stiropor stavimo eksperimentalni milimetarski papir;
- na sredinu papira i stiropora postavimo posudicu koja predstavlja našu eksperimentalnu planparalelnu ploču;
- označimo položaje dva ravna dioptra koji će biti granice dva optička sredstva za primjenu zakona loma (ili cijelu površinu posudice);
- maknemo posudicu, uzmemo eksperimentalni papir i na podlozi stola ravnalom precizno povučemo položaje dva paralelna ravna dioptra;
- vratimo eksperimentalni papir na podlogu od stiropora i na oznake stavimo posudicu koju smo napunili vodom do minimalno 2/3 visine;
- pristupamo viziranju, pri čemu u odabiru imamo pribadače (koje su tanje ali i kraće) i čačkalice (koje su duže i zbog veličine posudice u ovom slučaju praktičnije za korištenje):
    - prvo s jedne strane posudice zabodemo dvije oznake (pribadače ili čačkalice) koje tako čine pravac (zraku svjetlosti) koja dolazi do ravnog dioptra pod kutom α);
    - s druge strane posudice, iza drugog paralelnog ravnog dioptra, u stiropor zabodemo još dvije oznake na taj način da viziranjem kroz jedno oko dobijemo potpuno preklapanje sve četiri oznake (dvije ispred i dvije iza posudice);
- ponovimo postupak minimalno 5 puta, zbog praktičnosti može i na istom milimetarskom papiru, tako da određenim pozicijama oznaka pridružujemo oznake, tj. brojeve;
- za ponavljanje postupka dovoljno je drugu oznaku od posudice pomaknuti za malu vrijednost, pri čemu se povećava ili smanjuje upadni kut, te viziranjem postaviti u odgovarajući položaj oznake iza posudice;
- po završetku mjerenja maknemo posudicu i na eksperimentalnom papiru pomoću pribora ucrtamo okomice, označimo put zrake svjetlosti prilikom dvostrukog loma, upadne kutove i kutove loma uz oznake broja mjerenja;
- pomoću kutomjera izmjerimo potrebne kutove i rezultate upišemo u tablicu;
- zatim papirnim ubrusom dobro osušimo posudicu i postupak ponovimo s odgovarajućom količinom ulja u posudici, na novom eksperimentalnom papiru.

e) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja za vodu .... ***3 boda***

Tablica 1 treba sadržavati:

- redni broj mjerenja
- mjerene veličine za upadni kut i kut loma
- izračunatu vrijednost za indeks loma
- zbog praktičnosti može se uvrstiti u tablicu ili napisati u drugačijem obliku vrijednost svakog pojedinačnog odstupanja dobivenog rezultata u odnosu na srednju vrijednost (točka f)

- također se može zapisati i dobiveni pomak zrake svjetlosti, ali ta vrijednost nije neophodna za cilj praktičnog zadatka, koji se odnosi na određivanje indeksa loma.

f) provedete račun pogreške koji uključuje srednju vrijednost, maksimalno pojedinačno odstupanje, maksimalnu relativnu pogrešku i zapis točnog rezultata. .... *4 boda*

Srednja vrijednost: $n^* = \Sigma n_i / N$, N – broj mjerenja (9)

Apsolutna vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja:
$| \Delta n_{max} |$ ~ prema: $\Delta n = n_i - n^*$ (10)

Relativna maksimalna pogreška: $r_m = [(| \Delta n_{max} | / n^*) \cdot 100] \%$ (11)

Zapis točnog rezultata: $n = (n^* \pm \Delta n_{max})$ (12)

II.

g) ponovite eksperimentalni postupak iz prvog zadatka za ulje uz:

- tablični prikaz rezultata mjerenja .... *3 boda*
= opisano pod e)

- proveden račun pogreške .... *4 boda*
= opisano pod f)

- uz tablice s rezultatima mjerenja priložite eksperimentalne papire za vodu i ulje s označenim fizikalnim veličinama koje ste mjerili .... *2 boda*
= opisano pod d) ~ 4., 5., 8. i 10. crtica

III.

h) analizirate dobivene eksperimentalne rezultate:

- što sve utječe na preciznost dobivenih eksperimentalnih rezultata ... *2 boda*
= Očekuje se kratak osvrt na način viziranja, mjerenje kutova, oblik posudice.

- ukratko komentirate dobivene rezultate za vodu i ulje u odnosu na teorijske vrijednosti .... *2 boda*
= Kratka usporedba eksperimentalnih rezultata u odnosu na poznatu vrijednost indeksa loma za vodu (n = 1,33).
U analizi poželjno spomenuti plastične stijenke posudice, usporediti rezultate za vodu i ulje, odrediti odstupanje u odnosu na poznatu teorijsku vrijednost i sl.

- zaključno navedete o čemu ovisi pomak zrake svjetlosti kroz planparalelnu ploču, te uz fizikalnu skicu komentirate narav slike kroz npr. prozorsko staklo .... *2 boda*
= Prema slici 1 i izrazima (6) i (8) logično se može zaključiti kako pomak zrake svjetlosti ovisi o upadnom kutu α, debljini ploče d i indeksu loma n planparalelne ploče.
Slika 2 na 1. stranici prikazuje kako kroz prozorsko staklo vidimo virtualne slike realnih predmeta; slike koje dobivamo planparalelnom pločom virtualne su i bliže ploči nego predmet.

Ukupno: .... **30 bodova**

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Srednje škole – 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:

- izvor svjetlosti
- metar
- ravnalo
- pomična mjerka
- karton
- škare
- selotejp
- plastelin
- bijeli papir A4
- dva kutomjera
- milimetarski papir

Zadatak:

1. Istražite ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti od izvora svjetlosti i kutu upadanja zraka svjetlosti tako da:

I. a) primijenite odgovarajuću eksperimentalnu metodu i nacrtate odgovarajući grafički prikaz s minimalno 5 eksperimentalnih točaka kojim ćete dokazati kakva je ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti od izvora ……... 3 boda
b) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka ……… 2 boda
c) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama …. 1 bod
d) ukratko opišete način vršenja mjerenja …..…. 1 bod
e) tablično prikažete rezultate mjerenja ..……. 2 boda
f) ponovite postupak, mjerenja i grafičku analizu za drugu udaljenost prvog zastora od izvora svjetlosti ..……. 4 boda

II. g) primijenite odgovarajuću eksperimentalnu metodu i nacrtate odgovarajući grafički prikaz s minimalno 5 eksperimentalnih točaka kojim ćete dokazati kakva je ovisnost udaljenosti o kutu upadanja zrake svjetlosti ……… 3 boda
h) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka ……… 2 boda
i) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama …. 1 bod
j) ukratko opišete način vršenja mjerenja ……… 1 bod
k) tablično prikažete rezultate mjerenja ..……. 2 boda
l) ponovite postupak, mjerenja i grafičku analizu za drugu udaljenost drugog zastora od izvora svjetlosti ..……. 4 boda

III. m) analizirate dobivene eksperimentalne rezultate tako da navedete što sve utječe na preciznost dobivenih eksperimentalnih rezultata …. .. 1 bod
n) zaključno povežite dobivene grafičke prikaze sa odgovarajućim algebarskim izrazom vezanim za osvijetljenost i definirate odgovarajuću mjernu jedinicu ………. 3 boda

---

Ukupno: ………………………………………………………………………………**30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Srednje škole – 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK – rješenje i smjernice za bodovanje

1. **Istražite ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti od izvora svjetlosti i kutu upadanja zraka svjetlosti tako da:**

I.

a) primijenite odgovarajuću eksperimentalnu metodu i nacrtate odgovarajući grafički prikaz s minimalno 5 eksperimentalnih točaka kojim ćete dokazati kakva je ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti od izvora ……... 3 boda

Na milimetarskom papiru nacrtati dijagram kojemu je na x-osi (apscisi) veličina r^2 - kvadrat udaljenosti drugog zastora na kojem promatramo osvijetljenu površinu od prvog zastora s pravokutnim otvorom - s odgovarajućom mjernom jedinicom prema SI sustavu, a na y-osi (ordinati) veličina A - osvijetljena površina – s odgovarajućom mjernom jedinicom prema SI sustavu.
Tri boda odnose se po jedan za svaku pravilno označenu koordinatnu os i jedan za pravilno označene pomoćne linije koje vode do eksperimentalnih točaka.

b) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka ……… 2 boda

Osvijetljenost ili iluminacija određene površine predstavlja omjer svjetlosnog toka ϕ na površinu ploštine A koja je okomita na svjetlosne zrake:

$$E = \frac{\phi}{A} \qquad (1)$$

Mjerna jedinica za osvijetljenost E je luks (oznaka 'lx'), a za svjetlosni tok je lumen (oznaka 'lm'). Osvijetljenost neke površine je jedan luks ako na svaki kvadratni metar te površine upada svjetlosni tok od jednog lumena. Ako okomica na površinu ploštine A zatvara kut α sa zrakama iz izvora, tada je

$$E = \frac{\phi \cos\alpha}{r^2} \qquad (2)$$

Osvijetljenost neke površine ovisi o jakosti svjetlosnog izvora I, kutu upada svjetlosti na površinu α i udaljenosti svjetlosnog izvora od površine:

$$E = \frac{I\ \cos\alpha}{r^2} \qquad (3)$$

Izraz (3) dobili smo tako što smo uzeli u obzir svjetlosni tok ϕ kojeg izvor jakosti I emitira u prostorni kut Ω:

$$\Phi = \Omega\, I \qquad (4)$$

pri čemu smo za prostorni kut koristili izraz:

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \qquad (5)$$

Izraz (5) definira prostorni kut pod kojim je vidljiva površina A na kugli polumjera r u čijem se središtu nalazi izvor svjetlosti.

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

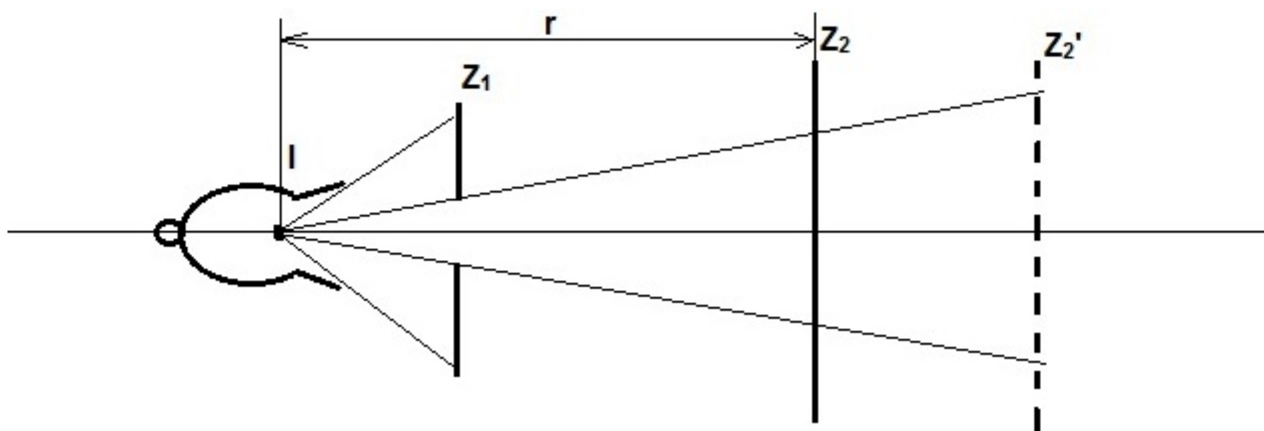
Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Za dva boda u ovom dijelu zadatka dovoljno je riječima povezati osvijetljenost s kvadratom udaljenosti (1 bod) i/ili raspisati odgovarajući algebarski izraz iz kojeg je to vidljivo (1 bod):

$$E \sim \frac{1}{r^2} \qquad (7)$$

c) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama .... 1 bod

Skica treba sadržavati jednostavni prostorni plan izvođenja pokusa, tj. postavljanja eksperimentalnog seta:

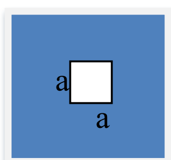


Slika 1. Izvor svjetlosti – prvi zastor – drugi zaslon u prvom i u novom položaju – oznaka udaljenosti r od I do Z_2 –

d) ukratko opišete način vršenja mjerenja .... 1 bod

Obzirom da se u zadatku traži eksperimentalni dokaz za ovisnost osvijetljenosti o udaljenosti, ovdje je potrebno kratko opisati kako su pripremljeni prvi i drugi zastor:

- na prvom zaslonu preporuča se napraviti mali pravokutni otvor (bit će priznat i neki drugi oblik čija je površina zadovoljavajuće precizno mjerljiva) kroz koji svjetlost prolazi do drugog zaslona:



Slika 2. Pravokutni otvor u prvom zaslonu

- drugi zaslon može ostati komad kartona umetnut u valjak od plastelina koji služi kao držač, ili može biti pripremljen kao bijeli papir zalijepljen na kartonski okvir.

e) tablično prikažete rezultate mjerenja .... 2 boda

Tablica sadrži redni broj mjerenja, udaljenost zastora i odgovarajuću veličinu iz koje se može izračunati osvijetljena površina na drugom zaslonu:

- duljina stranice za oblik kvadrata,
- promjer za oblik kruga.

Radi bolje preglednosti moguće je u istoj tablici prikazati i rezultate mjerenja za drugu udaljenost drugog zaslona, što se traži pod f) dijelom zadatka.

f) ponovite postupak, mjerenja i grafičku analizu za drugu udaljenost prvog zastora od izvora svjetlosti .... 4 boda

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Eksperimentalni set ostaje postavljen na isti način (Slika 1):

Izvor svjetlosti – prvi zaslon – drugi zaslon, koji je sada pomaknut za određeni iznos u odnosu na položaj pri prvoj seriji mjerenja.

Prema izmjerenoj veličini računa se osvijetljena površina i zatim crta dijagram ovisnosti osvijetljene površine o kvadratu udaljenosti drugog zaslona od izvora svjetlosti.
Grafički prikaz veze tih veličina trebao bi biti pravac, što pokazuje kako je osvijetljena površina A upravno proporcionalna s r^2. Obzirom da je A obrnuto proporcionalna s osvijetljenošću, to znači i da je osvijetljenost (stari naziv rasvjeta) obrnuto proporcionalna s r^2, što je i potrebno eksperimentalno dokazati.

U grafičkom prikazu dobivenom na temelju eksperimentalnih mjerenja nikada sve točke neće činiti točno pravac zbog mogućih pogrešaka u procesu mjerenja, ali mogu biti zadovoljavajuće blizu. Za veći broj mjerenja primjenom metode najmanjih kvadrata kroz eksperimentalne točke moguće je provući pravac i odrediti jednadžbu tog pravca.

II. g) primijenite odgovarajuću eksperimentalnu metodu i nacrtate odgovarajući grafički prikaz s minimalno 5 eksperimentalnih točaka kojim ćete dokazati kakva je ovisnost udaljenosti o kutu upadanja zrake svjetlosti .... 3 boda

Na milimetarskom papiru nacrtati dijagram kojemu je na jednoj osi vrijednost 1/A, gdje je A osvijetljena površina – i cos α, gdje je α kut za koji je zakrenut drugi zaslon.
Na taj način izmjereni parovi površine A i kuta α su točke kroz koje se može provući pravac i dokazati linearna ovisnost veličina na koordinatnim osima.

Tri boda odnose se po jedan za svaku pravilno označenu koordinatnu os i jedan za pravilno označene pomoćne linije koje vode do eksperimentalnih točaka.

h) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka .... 2 boda

U ovom dijelu praktičnog zadatka ispituje se ovisnost kuda α i osvijetljenosti E. Ako smo nacrtali grafički prikaz s osima 1/A i cos α i dobili eksperimentalne točke koje približno leže na pravcu (približno zbog mogućih nepreciznosti u procesu mjerenja), to znači da je osvijetljena površina A obrnuto proporcionalna s cos α:

$$1/A \sim \cos\alpha \qquad (8)$$

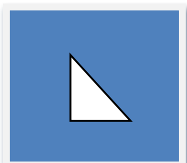
Prema I. dijelu praktičnog zadatka i dobivenim eksperimentalnim rezultatima možemo tada iz relacije (8) zaključiti:

$$E \sim \cos\alpha \qquad (9)$$

Izraz (8) eksperimentalni je dokaz definicije osvijetljenosti (1), a izraz (9) odnosi se na relacije (2) i (3).
Za dva boda dovoljno naznačiti relacije (8) i (9).

i) napravite odgovarajuću skicu s naznačenim fizikalnim veličinama .... 1 bod

Eksperimentalni set ostaje postavljen na isti način kao i u I. dijelu, samo što je sada sugestija za izmjenom oblika otvora prvog zaslona – to bi sada trebao biti pravokutni trokut – i kod drugog zaslona, obzirom da je potrebno nekoliko puta promijeniti kut, potrebno je mjeriti taj kut kutomjerom.



Slika 3. Prijedlog otvora u obliku pravokutnog trokuta na prvom zaslonu

Za 1 bod treba uz skicu u I. dijelu praktičnog rada (Slika 1) prikazati i koje su promjene vršene na prvom i drugom zaslonu, tj. koji zaslon treba rotirati pri svakom mjerenju.

j) ukratko opišete način vršenja mjerenja .... 1 bod

Uz određenu jakost izvora svjetlosti I i određene iste udaljenosti oba zaslona od izvora svjetlosti mjerenja započinjemo tako da je drugi zaslon okomit na optičku os. Izmjerimo veličine pomoću kojih možemo odrediti osvijetljenu površinu. Ako je u pitanju trokut, tada površinu trokuta možemo izračunati na poznati način pomoću baze i visine trokuta.
Tijekom I. i II. dijela praktičnog rada pomoću krojačkog metra kojeg smo selotejpom pričvrstili na stolu možemo dobiti pravac na kojeg zatim postavljamo dijelove eksperimentalnog seta: izvor svjetlosti, prvi i drugi zaslon.
Zatim drugi zaslon zakrenemo za određeni manji kut i ponovimo mjerenje veličina pomoću kojih ćemo odrediti osvijetljenu površinu.
Oba zaslona, kao i u I. dijelu praktičnog rada, treba jednostavno učvrstiti u valjak plastelina koji služi kao stalak i koji se po potrebi može pažljivo zakretati za određeni kut. Kutomjerom mjerimo kut zakretanja drugog zaslona Z_2 u odnosu na optičku os.
Priznaje se i svaki drugi način rada koji dovodi do pravilnog fizikalnog zaključivanja.

k) tablično prikažete rezultate mjerenja .... 2 boda

Za dva boda treba biti jasno organizirana struktura tablice iz koje je vidljiv redni broj mjerenja, kut zakretanja drugog zaslona i mjerene veličine pomoću kojih se određuje osvijetljena površina.

l) ponovite postupak, mjerenja i grafičku analizu za drugu udaljenost drugog zastora od izvora svjetlosti .... 4 boda

Drugi zaslon pomaknemo na drugu udaljenost i ponovimo postupak kojemu je krajnji cilj crtanje grafičkog prikaza ovisnosti 1/A o cos α.

III. m) analizirate dobivene eksperimentalne rezultate tako da navedete što sve utječe na preciznost dobivenih eksperimentalnih rezultata .... 1 bod

Prema stečenom eksperimentalnom iskustvu, potrebno je navesti barem dvije komponente koje su utjecale na preciznost mjerenja i crtanja grafičkog prikaza.
Ovdje je moguće istaknuti kako za mjerenja nije bila potrebna pomična mjerka, osim u slučaju kad je pomoću nje moguće preciznije odrediti udaljenost od zaslona izvora svjetlosti do same točke od koje počinje put svjetlosti, no to se manje precizno može odrediti i pomoću ravnala.

n) zaključno povežite dobivene grafičke prikaze sa odgovarajućim algebarskim izrazom vezanim za osvijetljenost i definirate odgovarajuću mjernu jedinicu .... 3 boda

Na kraju svakog eksperimentalnog rada potrebno je izvesti zaključke, tj. povezati eksperimentalne rezultate sa teorijskom podlogom.
Po jedan bod odnosi se na dobivene eksperimentalne relacije ovisnosti mjerenih i određenih veličina u I. i II. dijelu praktičnog rada: (7) i (8), te zatim za treći bod povezati sve sa nekim od oblika definicije osvijetljenosti (1), (2) ili (3) i na taj način dokazati zadovoljavajuću preciznost primijenjene eksperimentalne metode i izvršenih mjerenja.

Ukupno: ....30 bodova

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vinkovci, 02. – 05. svibnja 2017.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:

- konkavno i konveksno sferno zrcalo na postolju
- bikonveksna leća
- svijeća
- šibice
- krojački metar
- dva ravnala različite duljine
- dva tanja kartona
- škare
- selotejp
- plastelin
- bijeli papir A4
- milimetarski papir

Zadatak:

1. Odredite žarišnu daljinu konveksnog sfernog zrcala tako da:

I. a) opišete način na koji ste odredili koja je strana sfernog zrcala konveksna .... 2 boda

b) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka .... 3 boda

c) napravite odgovarajuće skice rasporeda optičkih elemenata s naznačenim fizikalnim veličinama .... 3 boda

d) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja .... 2 boda

e) provedete račun slučajnih pogrešaka uz zapis točnog rezultata i određivanje relativne maksimalne pogreške .... 4 boda

II. f) konstruirate sliku za žarište konkavnog sfernog zrcala .... 2 boda

g) konstruirate sliku za žarište konveksnog sfernog zrcala .... 2 boda

h) konstruirate sliku za općeniti slučaj konveksnog sfernog zrcala sa svim označenim veličinama i navedenom naravi slike .... 4 boda

i) konstruirate optički put zraka svjetlosti i položaj konačne slike u konkretno provedenom eksperimentalnom postupku .... 3 boda

III. j) ukratko komentirate preciznost mjerenja prema dobivenoj maksimalnoj relativnoj pogrešci .... 1 bod

k) prema stečenom eksperimentalnom iskustvu navedete što sve utječe na preciznost mjerenja .... 1 bod

l) zaključno potvrdite teorijski model kojeg ste provjerili ovim eksperimentalnim mjerenjima tako da odredite koje su zrake svjetlosti dale konačnu sliku i koja je bila konačna narav slike u odnosu na početni predmet .... 3 boda

---

Ukupno: .... **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Vinkovci, 02. – 05. svibnja 2017.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK – rješenje

1. Odredite žarišnu daljinu konveksnog sfernog zrcala tako da:

I. a) opišete način na koji ste odredili koja je strana sfernog zrcala konveksna .... 2 boda

U priboru uz eksperimentalni zadatak nalazi se sferno zrcalo kojemu je jedna strana konveksna, a druga konkavna. Najjednostavniji i najbrži način određivanja vrste sfernog zrcala je određivanje naravi slike pri primicanju i odmicanju zrcala od našeg odraza:

- konkavna strana zrcala ima žarišnu daljinu veću od prosječne udaljenosti ruke, te će narav slike za te udaljenosti uspravna, uvećana i virtualna, što se odnosi na sve slučajeve u kojima se predmet nalazi između žarišta i tjemena konkavnog sfernog zrcala;
- konveksna strana zrcala za sve udaljenosti predmeta daje uspravnu, umanjenu i virtualnu sliku.

b) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka ...... 3 boda

Narav ili priroda slike za konveksno sferno zrcalo uvijek je virtualna i nastaje iza samog zrcala te ju nije moguće dobiti na zastoru; realnu sliku možemo dobiti ako između konveksnog zrcala i predmeta postavimo konvergentnu (sabirnu, u našem primjeru bikonveksnu) leću.

Eksperimentalni set sastoji se od dva dijela:

1. Ispred plamena svijeće kojeg možemo koristiti kao predmet na određenoj udaljenosti postavimo konvergentnu leću i na suprotnoj strani zastor (slika 1).
   Zastor se nalazi na udaljenosti d od predmeta.
   Leću pomičemo sve dok na zastoru ne dobijemo oštru realnu sliku predmeta; time smo odredili njezin položaj na optičkoj osi.
2. Na put zraka svjetlosti između leće i zastora postavljamo konveksno sferno zrcalo (slika 2); u odgovarajućem položaju zrcala na drugom zastoru kojeg smo postavili uz predmet dobivamo realnu sliku. Zrcalo se tada nalazi na udaljenosti x od predmeta. Obzirom da smo realnu sliku dobili od zraka svjetlosti koje su se od zrcala reflektirale same u sebe, to je moguće jedino u slučaju kad je zrcalo u takvom položaju da mu je središte zakrivljenosti u ravnini prvog zastora, te stoga slijedi:

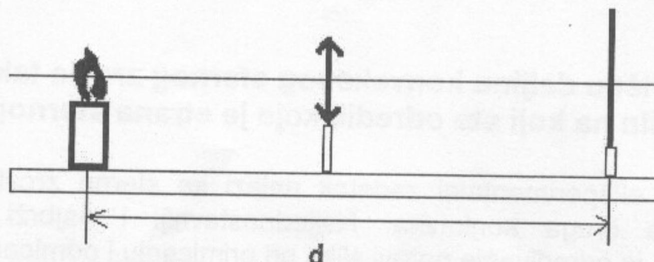
$$d - s = R = 2f \qquad (1)$$

Napomena:

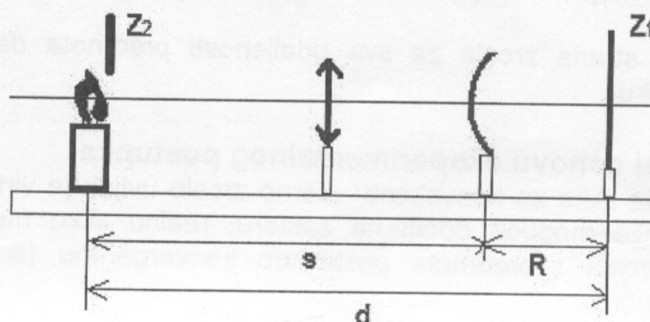
- krojački metar služi za mjerenja duž optičke osi i predstavlja osnovni pravac za postavljanje optičkih elemenata;
- zrcalo ima svoje postolje, tako da se može zakretati pod malim kutovima u odnosu na optičku os u smislu bržeg i optimalnijeg dobivanja konačne slike uz plamen svijeće;
- od dobivenog pribora, pomoću škara, papira i kartona može se napraviti i izrezani predmet u obliku trokuta, slova 'L' ili improvizirane strelice, kojeg se postavlja ispred plamena svijeće, no eksperimentalni set daje zadovoljavajuće rezultate i s izravnim korištenjem samog plamena;
- plastelin se oblikuje prema potrebi i pomaže pri učvršćivanju leće i zastora u odgovarajuće položaje; po rubu plastelina dobro je škarama urezati točan smjer sredine leće i zastora, kako bi kasnija mjerenja ravnalom bila preciznija;
- zastor treba pripremiti od kartona; može se izravno koristiti izravno ploha kartona, ili se na nju pomoću selotejpa može zalijepiti bijeli papir, tj. milimetarski papir ako se tako želi preciznije određivati sama veličina dobivene realne slike;

- ukoliko svijeća tijekom rada previše smanji svoju visinu, mogu se za povećanje konačne visine plamena u odnosu na zadanu optičku os koristiti izrezani dijelovi kartona ili kutija šibica kao podmetnuta podloga za svijeću.

c) napravite odgovarajuće skice rasporeda optičkih elemenata s naznačenim fizikalnim veličinama .... 3 boda



Slika 1. – 1. Eksperimentalni set: predmet – leća – prvi zastor



Slika 2. – 2. Eksperimentalni set: predmet i drugi zastor – leća – zrcalo – prvi zastor

d) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja .... 2 boda

Organizacija podataka koje prikupljamo tijekom mjerenja značajan je dio svakog eksperimentalnog rada. Tablica treba biti smisleno i svrsishodno organizirana tako da se lako uočava redni broj mjerenja, mjerene veličine i konačni rezultat svakog mjerenja; zadnji stupac u tablici, radi preglednosti prikaza rezultata, može biti i određivanje veličine $\Delta f_i = \overline{f} - f_i$. Tablica treba imati i jasno naznačen naziv koji ukazuje na to koji se podaci u njoj nalaze.

Primjer tabličnog prikaza:

Tablica 1. Tablični prikaz rezultata određivanje žarišne duljine konveksnog sfernog zrcala

Redni broj mjerenja:	d (cm)	s (cm)	f_i (cm)	$(\Delta f_i = \overline{f} - f_i)$/(cm)
1.				
...				
5.				

e) provedete račun slučajnih pogrešaka uz zapis točnog rezultata i određivanje relativne maksimalne pogreške .... 4 boda

Svako je mjerenje, u ovisnosti o eksperimentalnom setu i specifičnostima samog postupka, podložno grubim, sustavnim i slučajnim pogreškama. Do sustavnih pogrešaka može doći zbog netočnosti pojedinih instrumenata koje pri mjerenju koristimo ili konstantnim nepravilnim načinom mjerenja, tj. interpretacije pri očitavanju podataka; pretpostavka je da su u provedenom eksperimentu grube i sustavne pogreške svedene na minimum, kao i slučajne (statističke pogreške), koje su subjektivne prirode i najčešće ovise o načinu vršenja mjerenja i nekontroliranim vanjskim utjecajima.

Računom slučajnih pogrešaka procjenjujemo točnost kojom smo izmjerili određenu veličinu, pri čemu određujemo:

- aritmetičku sredinu ili srednju vrijednost svih pojedinih mjerenja:

$\bar{f} = \frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5} f_i$ (mjerna jedinica) (2)

- razlike između srednje vrijednosti i svakog pojedinačnog mjerenja:

$\Delta f_i = (\bar{f} - f_i)$ (mjerna jedinica) (3)

- apsolutnu vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja:

$|\Delta f_{i\,max}|$ (mjerna jedinica) (4)

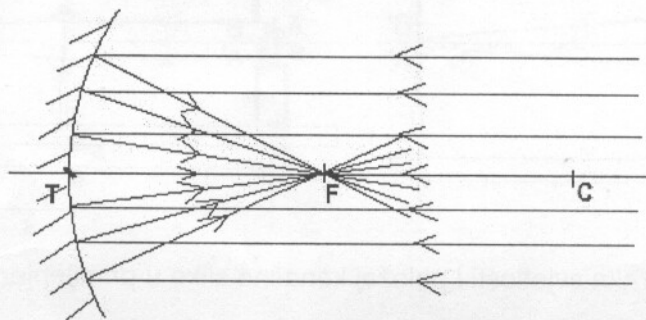
- zapis točnog rezultata:

$f = (\bar{f} \pm |\Delta f_{i\,max}|)$ (mjerna jedinica) (5)

- maksimalnu relativnu pogrešku koju najčešće izražavamo u postocima:

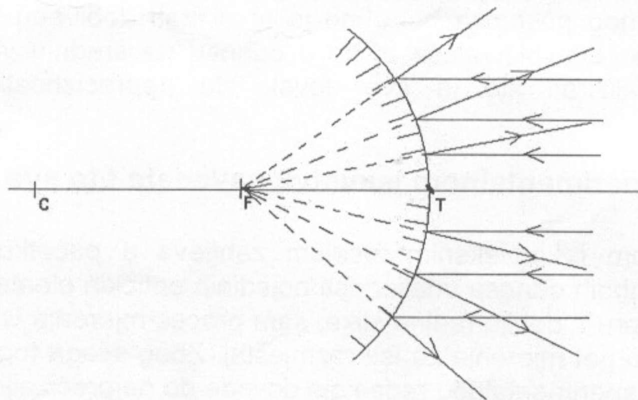
$r_m = \left(\frac{|\Delta fi\ max|}{\bar{f}} \cdot 100 \right)$ % (6)

II. f) konstruirate sliku za žarište konkavnog sfernog zrcala .... 2 boda



Slika 3. Konstrukcija slike za žarište konkavnog sfernog zrcala*

g) konstruirate sliku za žarište konveksnog sfernog zrcala .... 2 boda



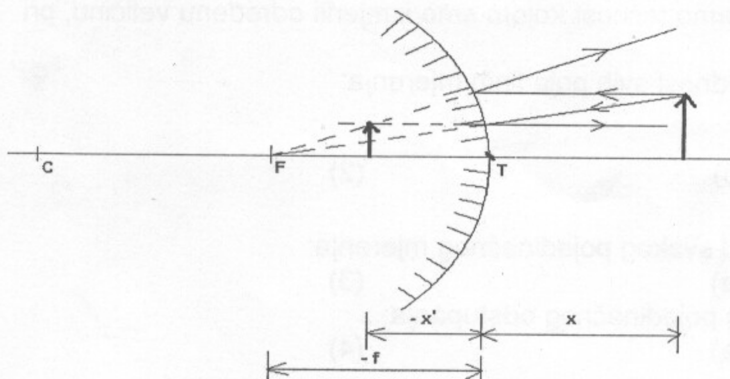
Slika 4. Konstrukcija slike za žarište konveksnog sfernog zrcala*

*Konstrukcija slike treba sadržavati minimalno četiri paralelne zrake u odnosu na optičku os i označene točke T (tjeme zrcala) i F (žarište ili fokus zrcala). Sve konstrukcije trebaju biti nacrtane s priborom i put zraka svjetlosti treba biti određen strelicama. Strana sfernog zrcala koja nije zrcalna treba biti označena na uobičajeni način u stručnoj literaturi (slike 3. i 4.).

Za konstrukcije slika pod h) i i) (slike 5. i 6.) potrebno je označiti i veličine: žarišnu daljinu, udaljenost predmeta i udaljenost slike od tjemena zrcala.

h) konstruirate sliku za općeniti slučaj konveksnog sfernog zrcala sa svim označenim veličinama i navedenom naravi slike ...... 4 boda

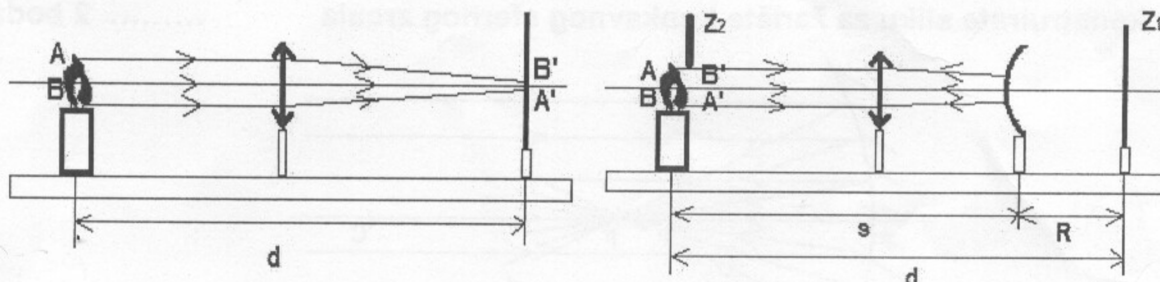
Fizika - državno - 4. razred - eksperimenti 64



Narav ili priroda slike za konveksno sferno zrcalo:
- uspravna,
- umanjena,
- imaginarna ili virtualna.

Slika 5. Konstrukcija slike za konveksno sferno zrcalo

i) konstruirate optički put zraka svjetlosti i položaj konačne slike u konkretno provedenom eksperimentalnom postupku .... 3 boda



Slike 6. i 7. Optički put zraka svjetlosti i položaj konačne slike u primijenjenom eksperimentu

III. j) ukratko komentirate preciznost mjerenja prema dobivenoj maksimalnoj relativnoj pogrešci .... 1 bod

Maksimalna relativna pogreška predstavlja omjer apsolutne vrijednosti najvećeg odstupanja pojedinog mjerenja u odnosu na srednju vrijednost svih mjerenja i same srednje vrijednosti. Na kraju svakog eksperimentalnog postupka potrebno je analizirati dobivenu maksimalnu relativnu pogrešku (r_m) u smislu je li zadovoljavajuće niska u odnosu na srednju vrijednost. Za veće r_m potrebno je temeljitije analizirati što je sve dovelo do nepreciznosti mjerenja (točka k eksperimentalnog zadatka).

k) prema stečenom eksperimentalnom iskustvu navedete što sve utječe na preciznost mjerenja .... 1 bod

Eksperimentalni set s lećom i konveksnim zrcalom zahtjeva u početku dosta strpljenja pri određivanju idealnih međusobnih odnosa udaljenosti pojedinih optičkih elemenata. Jednom kad se na zastoru 1 i zatim na zastoru 2 dobiju realne slike, sam proces mjerenja vrlo je jednostavan, tim više što je potrebno napraviti pet mjerenja za isti razmještaj. Zbog svega toga ovdje treba ukratko navesti opažanja prilikom eksperimentalnog rada koja dovode do najpreciznijih mjerenja i rezultata.

l) zaključno potvrdite teorijski model kojeg ste provjerili ovim eksperimentalnim mjerenjima tako da odredite koje su zrake svjetlosti dale konačnu sliku i koja je bila konačna narav slike u odnosu na početni predmet .... 3 boda

Slika na zastoru 1 nastala prolazom zraka svjetlosti kroz konvergentnu leću je obrnuta i realna; zrake svjetlosti koje daju konačnu sliku na zastoru 2 su zrake koje su izravno reflektirane od konveksnog sfernog zrcala (slika 7) jer je zrcalo postavljeno u takav položaj da mu je središte zakrivljenosti C u ravnini prvog zastora Z_1. Konačna slika nastaje na drugom zastoru Z_2 u ravnini predmeta: slika je obrnuta, realna i jednake veličine kao i predmet.

Ukupno: ....30 bodova

DRŽAVNO NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Pula, 17. – 20. travnja 2018.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:

- staklena čaša
- tanki drveni štapić za roštilj
- spužva
- škare
- ravnalo
- pomična mjerka
- tanki flomaster
- bočica s vodom
- posuda s uljem
- papirnati ubrusi

Zadatak:

1. Odredite indeks loma za vodu i ulje tako da:
   a) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka uz odgovarajuću skicu i algebarski izraz … 4 boda
   b) opišete način rada uz odgovarajuću skicu i korištene izraze … 6 bodova
   c) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja za vodu i za ulje … 6 bodova
   d) provedete račun slučajnih pogrešaka uz zapis točnog rezultata i određivanje relativne maksimalne pogreške … 6 bodova
   e) ukratko komentirate preciznost mjerenja prema dobivenoj maksimalnoj relativnoj pogrešci … 2 boda
   f) usporedite dobivene rezultate indeksa loma za vodu i ulje … 1 bod
   g) navedete na koji ste način postigli što veću preciznost mjerenja … 2 boda
   h) prema stečenom eksperimentalnom iskustvu nabrojite minimalno tri čimbenika koji su utjecali na preciznost mjerenja … 2 boda
   i) navedete barem jedno područje u kojem je danas uspješna primjena teorijske osnove koja je omogućila određivanje indeksa loma … 1 bod

---

Ukupno: ……………………………………………………………………………**30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNO NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Pula, 17. – 20. travnja 2018.

Srednje škole – 4. grupa

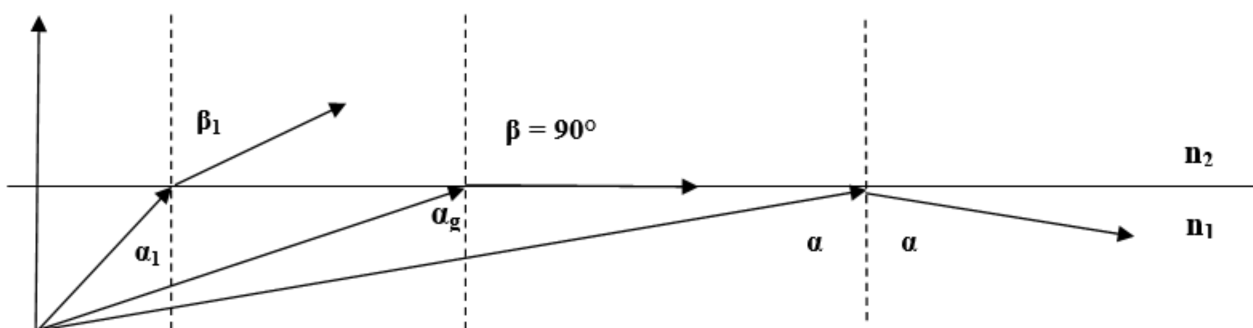
EKSPERIMENTALNI ZADATAK – rješenje

1. Odredite indeks loma za vodu i ulje tako da:

a) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka uz odgovarajuću skicu i algebarski izraz … 4 boda

Eksperimentalni zadatak određivanja indeksa loma za vodu i ulje riješit ćemo primjenom totalne refleksije.

Totalna refleksija je pojava koja se javlja pri prijelazu svjetlosti iz optički gušćeg u optički rjeđe sredstvo. Kut loma za zrake koje prelaze iz optički gušćeg u optički rjeđe sredstvo postaje sve veći kako se povećava upadni kut (slika 1). Za određeni upadni kut α_g, kut loma β bit će jednak 90°. Taj upadni kut (α_g) nazivamo graničnim kutom. Daljnjim povećavanjem upadnog kuta ($\alpha > \alpha_g$), svjetlost ne može izaći iz gušćeg sredstva jer se potpuno odbija natrag u sredstvo po zakonu refleksije.



Slika 1. Skica uz objašnjenje totalne refleksije

Granični kut određujemo primjenom Snelliusova zakona loma:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \qquad (1)$$

Kut β iznosi 90° kada je $\alpha = \alpha_g$, te prema relaciji (1) slijedi:

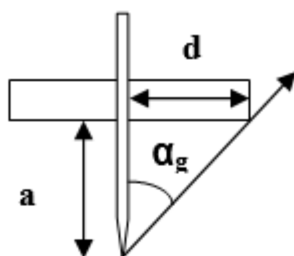
$$\sin \alpha_g = \frac{n_2}{n_1} \qquad (2)$$

Kada svjetlost prelazi iz sredstva apsolutnog indeksa loma n u vakuum, odnosno zrak, $n_2 = 1$, tada relacija (2) prelazi u:

$$\sin \alpha_g = \frac{1}{n} \qquad (3)$$

b) opišete način rada uz odgovarajuću skicu i korištene izraze … 6 bodova

Čašu do vrha napunimo sredstvom (voda ili ulje – preporuča se prvo napraviti sva mjerenja s vodom). Kroz sredinu spužve provučemo drveni štapić do veće duljine i zatim spužvu stavimo na čašu i izravno na sredstvo. Štapić zatim pomičemo prema gore kroz spužvu sve dok više ne vidimo vrh štapića – tada je došlo do totalne refleksije.



Prema slici 2 vidljivo je da mjerimo duljinu štapića u sredstvu (a) i udaljenost od ruba spužve (kut opažanja) do štapića. Granični kut odredimo prema izrazu:

$$\operatorname{tg} \alpha_g = d / a \qquad (4)$$

Prema Snelliusovu zakonu loma primijenjenom na totalnoj refleksiji i relaciji (3) dobijemo izraz za indeks loma:

$$n = \frac{1}{\sin \alpha_g} \qquad (5)$$

c) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja za vodu i za ulje … 6 bodova

Organizacija podataka koje prikupljamo tijekom mjerenja značajan je dio svakog eksperimentalnog rada. Tablični prikaz povećava zornost i preglednost izmjerenih i izračunatih veličina (npr. pojedinačno odstupanje od srednje vrijednosti), te stoga tablica treba biti smisleno i svrsishodno organizirana sa svim potrebnim jasno određenim stupcima i redovima, a iznad tablice treba napisati odgovarajući naslov koji ukazuje na to koji se podaci u tablici nalaze.

Primjer tabličnog prikaza:

Tablica 1. Tablični prikaz rezultata određivanja indeksa loma za vodu

Redni broj mjerenja	d/m	h/m	α_g/ °	n_i	$n_i - \overline{n}$
1.					
…					
5.					

U istoj tablici, uz dobru organizaciju i jasno označavanje redaka i stupaca, mogu biti rezultati mjerenja i za vodu i za ulje.

d) provedete račun slučajnih pogrešaka uz zapis točnog rezultata i određivanje relativne maksimalne pogreške … 6 bodova

Računom slučajnih pogrešaka procjenjujemo točnost kojom smo izmjerili određenu veličinu, pri čemu određujemo:

- aritmetičku sredinu ili srednju vrijednost svih pojedinih mjerenja: $\overline{n} = \frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5} n_i$ (6)
- razlike između srednje vrijednosti i svakog pojedinačnog mjerenja: $\Delta n_i = (\overline{n} - n_i)$ (7)
- apsolutnu vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja: $| \Delta n_{i\,max} |$ (8)
- zapis točnog rezultata: $n = (\overline{n} \pm | \Delta n_{i\,max} |)$ (9)
- maksimalnu relativnu pogrešku koju najčešće izražavamo u postocima:

$$r_m = \left(\frac{| \Delta n_{i\,max} |}{\overline{n}} \cdot 100 \right) \% \quad (10)$$

Obzirom da se eksperimentalni zadatak odnosi na određivanje indeksa loma za dva različita sredstva, vodu i ulje, potrebno je posebno provesti navedeno za oba sredstva.

e) ukratko komentirate preciznost mjerenja prema dobivenoj maksimalnoj relativnoj pogrešci … 2 boda

Ovdje je potreban kratki komentar analize r_m u odnosu na srednje vrijednosti n za oba sredstva. Veća r_m znači i veću pogrešku, a moguće uzroke treba navesti pod g).

f) usporedite dobivene rezultate indeksa loma za vodu i ulje … 1 bod

Potrebna je konkretna usporedba dobivenih rezultata međusobno i zatim u odnosu na poznatu teorijsku vrijednost indeksa loma vode od 1,33. Obzirom na sve što utječe na preciznost mjerenja, uzet će se u obzir konkretno dobiveni rezultati indeksa loma korištenog ulja.

g) navedete na koji ste način postigli što veću preciznost mjerenja … 2 boda

Povezano s točkom e), veća r_m znači da je potrebno i više promišljanja o tome što je sve utjecalo na preciznost mjerenja. Svakako bi trebalo spomenuti uvjet opisan pod b) – da čaša mora biti potpuno ispunjena sredstvom, tako da spužva ide izravno na sredstvo i rub čaše, - da se koristi pomična mjerka za mjerenje duljine drvenog štapića u sredstvu s noniusovom skalom (desetinka milimetra), - da se flomasterom može označiti (točkica, duža crtica, cijeli opseg – razni načini za razna mjerenja) onaj dio štapića iznad kojeg se nalazi spužva i njegova pozicija na spužvi, tako da se štapić može izvaditi i zatim preciznije mjeriti pomičnom mjerkom.

h) prema stečenom eksperimentalnom iskustvu nabrojite minimalno tri čimbenika koji su utjecali na preciznost mjerenja … 2 boda

Ova točka je neizostavni dio svakog eksperimentalnog rada – uzet će se u obzir sve što je navedeno, a ima veze s organizacijom eksperimentalnog seta i vršenjem mjerenja.

i) navedete barem jedno područje u kojem je danas uspješna primjena teorijske osnove koja je omogućila određivanje indeksa loma … 1 bod

Primjena totalne refleksije: npr. - u optičkim instrumentima često se nalaze prizme za totalnu refleksiju; - vrlo velika primjena u telekomunikacijama, medicini i industriji: vodiči svjetlosti ili svjetlovodi.

Ukupno: ……………………………………………………………………30 bodova

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
Poreč, 10. – 13. travnja 2019.

Srednje škole – 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:
- drvena letvica
- prozirna tkanina
- karton
- crni hamer
- bijeli papir
- ravnalo
- krojački metar
- škare
- selotejp
- tanki flomaster

Zadatak:

1. Odredite valnu duljinu svjetlosti tako da:
   a) opišete način pripreme uređaja koji ćete koristiti pri mjerenju i nacrtate skicu s označenim bitnim dijelovima … 3 boda
   b) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka uz odgovarajuću skicu i izvod izraza kojeg ćete koristiti … 3 boda
   c) opišete način na koji ćete odrediti udaljenost dvije niti na tkanini … 2 boda
   d) opišete način kako ste pripremili pukotinu i odredili njezinu širinu … 2 boda
   e) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja za svaku od dvije različite udaljenosti tkanine od pukotine … 6 bodova
   f) prema dobivenim rezultatima za valnu duljinu u tablicama prekrižite mjerenja koja predstavljaju grubu pogrešku … 1 bod
   g) provedete račun slučajnih pogrešaka uz zapis točnog rezultata i određivanje relativne maksimalne pogreške zasebno za svaku udaljenost … 6 bodova
   h) ukratko komentirate preciznost mjerenja prema dobivenim maksimalnim relativnim pogreškama … 1 bod
   i) usporedite dobivene rezultate za valnu duljinu sa vidljivim područjem spektra elektromagnetskog zračenja … 2 boda
   j) navedete na koji ste način postigli što veću preciznost mjerenja … 1 bod
   k) ukratko opišete što je sve tijekom mjerenja moglo uzrokovati grube pogreške … 1 bod
   l) zaključno povežete svoje eksperimentalne rezultate s teorijskim odnosom promatrane pojave u ovisnosti o udaljenosti, kao i o širini pukotine … 2 boda

---

Ukupno: ……………………………………………………………………………**30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Poreč, 10. – 13. travnja 2019.

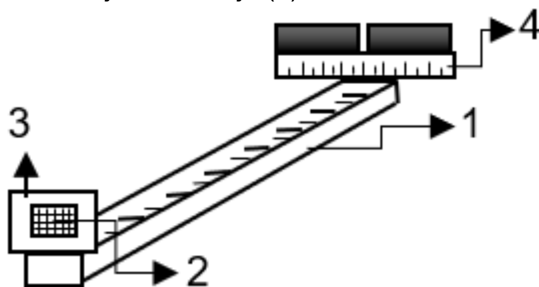
Srednje škole – 4. skupina

EKSPERIMENTALNI ZADATAK – rješenje

1. Odredite valnu duljinu svjetlosti tako da:

a) opišete način pripreme uređaja koji ćete koristiti pri mjerenju i nacrtate skicu s označenim bitnim dijelovima … 3 boda

Valnu duljinu s priborom i materijalima koji su na raspolaganju možemo odrediti na način da letvicu iskoristimo kao držač (1) za tkaninu koja predstavlja optičku rešetku (2) i za koju je potrebno od kartona napraviti otvor na jednom kraju (3). Ravne bridove kartona koristimo za pripremu pukotine (4) – Slika 1.



Slika 1. Skica uređaja s označenim bitnim dijelovima

b) opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka uz odgovarajuću skicu i izvod izraza kojeg ćete koristiti … 3 boda

Elektromagnetske valove na koje je osjetljivo ljudsko oko nazivamo vidljivom svjetlošću: valne duljine vidljivog područja svjetlosti protežu se u intervalu od 400 nm do 750nm.

Kada ravni val nailazi na prepreku ili pukotinu, opaža se da mijenja smjer širenja i ulazi u geometrijsku sjenu. Ta pojava skretanja vala naziva se ogib ili difrakcija i karakteristična je za valno širenje, pri čemu se prepreka ili pukotina ponašaju kao izvori novih kuglastih valova. Poseban je slučaj ogib svjetlosti kroz optičku rešetku, koju definiramo kao prepreku s N paralelnih uskih pukotina međusobnog razmaka d kojeg nazivamo konstanta optičke rešetke.

Približna vrijednost valne duljine svjetlosti može se dobiti jednostavnim pokusom tako da tkanina s pravilno raspoređenim nitima djeluje kao optička rešetka s konstantom d. Opažač kroz tkaninu promatra interferentnu sliku s obje strane pukotine, pri čemu se valna duljina može izračunati iz izraza prema slici 2:

$$\sin \alpha_1 = \frac{\lambda}{d} \quad (1)$$

Ako udaljenost između središnjeg i prvog svijetlog maksimuma označimo slovom 's' i udaljenost između optičke rešetke i pukotine slovom 'a', uz uvjet da je je s ≪ A, možemo napisati izraz prema slici 3:

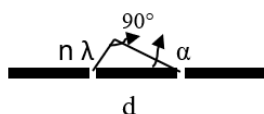
$$\sin \alpha_1 = \frac{s}{A} = \frac{s}{a} \quad (2)$$

Uvrstimo li relaciju (2) u lijevu stranu jednadžbe (1) i zatim iz toga izrazimo valnu duljinu λ, dobit ćemo konačan izraz prema kojem možemo odrediti valnu duljinu prema mjerenjima za prvi maksimum:

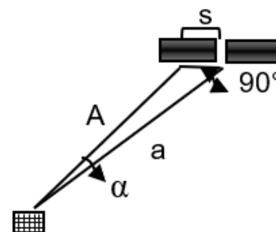
$$\lambda = \frac{s \cdot d}{a} \quad (3)$$

Općenito za n maksimuma relaciju (3) možemo izraziti kao:

$$n\lambda = \frac{s_n \cdot d}{a} \quad (4)$$



Slika 2. Skica uz izraz (1)



Slika 3. Skica uz izraz (2)

c) opišete način na koji ćete odrediti udaljenost dvije niti na tkanini … 2 boda

Koristeći tanki flomaster (ili kemijsku olovku), označite na prozirnoj tkanini minimalno 10 (preciznije 20) razmaka između pojedinih niti i zatim izmjerite udaljenost d'. Ako dobivenu vrijednost podijelite s brojem razmaka između niti, dobit ćete zadovoljavajuće precizan rezultat d za udaljenost između dvije niti, što predstavlja konstantu za tkaninu koja je u eksperimentalnom setu optička rešetka.

Priznaju se i drugi načini određivanja d, uz kratak i precizan opis rada.

d) opišete način kako ste pripremili pukotinu i odredili njezinu širinu … 2 boda

Povezivanje teorijskih osnova sa promišljanjem o najpraktičnijem eksperimentalnom setu dovest će najvjerojatnije do slijedećeg postupka:

1. odrede se rubovi kartona koji će biti rubovi pukotine i izrežu se na odgovarajuću veličinu radi mogućnosti postavljanja na letvicu;
2. kartoni koji čine pukotinu pomoću selotejpa se učvrste na povezujući element od kartona, koji će se izravno selotejpom učvršćivati na letvicu;
3. na gornji dio s obje strane pukotine učvrsti se crni hamer, prethodno izrezan na odgovarajuću veličinu;
4. na donji dio ispod pukotine zalijepi se bijeli papir na kojem je prethodno flomasterom, kemijskom ili tehničkom olovkom nacrtana mjerna skala kojoj je u sredini pukotine '0' i zatim su lijevo i desno označeni milimetri, veće crtice za 5 mm i još veće i deblje crte za 10 mm, tj. 1 cm: u smjeru -x i x osi u odnosu na '0'.

Priznaju se i drugi domišljati načini rješavanja koji su rezultirali zadovoljavajuće preciznim mjerenjima.

e) tablično prikažete rezultate za minimalno pet mjerenja za svaku od dvije različite udaljenosti tkanine od pukotine … 6 bodova

Prema razrađenim teorijskim osnovama pod b) i slici 2. veličine koje će biti mjerene potrebno je sustavno prikazati u tablici, kako bi bila postignuta zornost i preglednost izmjerenih i izračunatih veličina. Obzirom da se radi o mjerenjima za dvije različite udaljenosti, mogu se prikazati u jednoj zajedničkoj ili u dvije različite tablice.

Radi što preglednije organizacije podataka prikupljenih tijekom mjerenja i rezultata na osnovu eksperimentalnog rada, prijedlog je da se uz tablicu odmah postavi i stupac s izračunatom valnom duljinom, kao i stupac pojedinačnog odstupanja rezultata valne duljine od dobivene srednje vrijednosti za pojedinu udaljenost.

Primjer tabličnog prikaza (oznake trebaju biti usklađene s teorijskim osnovama i slikom 2. pod b):

Tablica 1. Tablični prikaz rezultata određivanja valne duljine svjetlosti

Redni broj mjerenja	d/mm	a/mm	s/mm	λ_i/m	$(\overline{\lambda} - \lambda_i)$/m
1.					
…					
5.					

f) prema dobivenim rezultatima za valnu duljinu u tablicama prekrižite mjerenja koja predstavljaju grubu pogrešku … 1 bod

Grubim pogreškama za ovaj eksperimentalni set smatraju se svi rezultati koji su izvan poznatog intervala valnih duljina vidljivog područja spektra elektromagnetskog zračenja, što je potrebno analizirati pod točkama i) i k).

g) provedete račun slučajnih pogrešaka uz zapis točnog rezultata i određivanje relativne maksimalne pogreške zasebno za svaku udaljenost … 6 bodova

Tijekom mjerenja velika je vjerojatnost slučajnih pogrešaka, koje su najčešće subjektivne naravi.

Računom slučajnih pogrešaka procjenjujemo točnost kojom smo izmjerili određenu veličinu, pri čemu određujemo:

- aritmetičku sredinu ili srednju vrijednost svih pojedinih mjerenja:

$$\overline{\lambda} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{5} \lambda_i \quad (5)$$

- razlike između srednje vrijednosti i svakog pojedinačnog mjerenja: $\Delta\overline{\lambda}_i = (\lambda - \lambda_i)$ m (6)
- apsolutnu vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja: $|\Delta\lambda_{i\,max}|$ m (7)
- zapis točnog rezultata: $\lambda = (\overline{\lambda} \pm |\Delta\lambda_{i\,max}|)$ m (8)
- maksimalnu relativnu pogrešku koju najčešće izražavamo u postocima:

$$r_m = \left(\frac{|\Delta\lambda_{i\,max}|}{\overline{\lambda}} \cdot 100 \right) \% \quad (9)$$

Fizika - državno - 4. razred - eksperimenti 71

U eksperimentalnom zadatku potrebno je izvršiti mjerenja za dvije različite udaljenosti tkanine koja predstavlja optičku rešetku i pripremljenog dijela uređaja koji sadrži pukotinu na drugoj strani letvice, te je zbog toga navedeno i da se račun slučajnih pogrešaka provede posebno za svaku udaljenost, kako bi analiza rezultata pod točkama od h) do l) bila potpunija.

h) ukratko komentirate preciznost mjerenja prema dobivenim maksimalnim relativnim pogreškama … 1 bod

Analiza r_m za dvije različite udaljenosti uključuje dvije komponente: konkretno - za koju je udaljenost mjerenje bilo preciznije i općenito - na osnovu stečenog eksperimentalnog iskustva, kratki komentar označavaju li dobiveni postotci veću ili manju pogrešku unutar pojedinog seta mjerenja. Moguće uzroke koji su doveli do nepreciznosti u mjerenjima potrebno je ukratko opisati pod točkom j).

i) usporedite dobivene rezultate za valnu duljinu sa vidljivim područjem spektra elektromagnetskog zračenja … 2 boda

Potrebno je konstatirati nalaze li se dobiveni rezultati za valnu duljinu svjetlosti unutar vidljivog područja, što bi trebao biti slučaj ako su pri mjerenjima otklonjeni oni iznosi koji su rezultirati pogreškama u mjerenjima u intervalu od 1 mm i zatim navesti interval vidljivog dijela spektra elektromagnetskog zračenja: vidljiva svjetlost obuhvaća valne duljine od 400 nm do 750 nm.

j) navedete na koji ste način postigli što veću preciznost mjerenja … 1 bod

U svakom eksperimentalnom radu potrebno je kratko i precizno iskustveno navesti što je primijećeno kao problem u mjerenjima i kako je postignuta veća preciznost. Neizostavno bi za ovaj eksperimentalni set trebalo navesti minimalno dvije komponente: - na koji je način prema eksperimentalnim uvjetima precizno određena konstanta optičke rešetke, tj. razmak između dva tkanja na prozirnoj tkanini i - na koji je način mjerena udaljenost između prve i središnje svijetle pruge (ovdje je dobro naglasiti i kako crna pozadina uz obje strane pukotine omogućava kvalitetnije uočavanje i mjerenje udaljenosti s.

Dodatno se mogu uzeti u obzir te opisati i utjecaj pozicije izvora svjetlosti, kao i same tkanine, kako bi dobivena ogibna slika bila paralelna s pukotinom i točno iznad mjerne skale, kao i drugi primijećeni problemi i način njihova rješavanja.

k) ukratko opišete što je sve tijekom mjerenja moglo uzrokovati grube pogreške … 1 bod

Za eksperimentalni set složen prema dostupnom priboru i materijalima karakteristično je da se sve veličine koje mjerimo izražavaju u cm ili mm (ili odmah prema SI sustavu u metrima) i prema tome su makroskopske, a valna duljina svjetlosti u rezultatima ima red veličine 10^{-7} m, te je stoga mikroskopska. Zbog toga mala nepreciznost u intervalu od 1 mm pri mjerenju udaljenosti prvog svijetlog maksimuma od središnjeg može značiti za određenu udaljenost pukotine od prozirne tkanine da rezultat neće biti unutar poznatog intervala vrijednosti za valne duljine vidljivog područja spektra EMZ.

Zbog osjetljivosti potrebne pri mjerenju, u odnosu na pribor koji je na raspolaganju, uzeto je u obzir pod točkom f) da se u tablicama prekriže svi rezultati za valnu duljinu koji nisu unutar vidljivog područja spektra EMZ; to ujedno znači kako je potrebno napraviti više mjerenja, a račun slučajnih pogrešaka raditi po završetku svih mjerenja i izračuna valnih duljina za pojedina mjerenja, kako bi u obzir bili uzeti samo oni rezultati eksperimentalnih mjerenja koji su u skladu s očekivanim intervalom teorijskih vrijednosti za vidljivo područje EMZ.

l) zaključno povežete svoje eksperimentalne rezultate s teorijskim odnosom promatrane pojave u ovisnosti o udaljenosti, kao i o širini pukotine … 2 boda

Fizika - državno - 4. razred - eksperimenti 72

Eksperimentalnim radom jednostavno je uočiti kako će s manjom udaljenosti pukotine od tkanine razmaci između interferentnih pruga biti manji. Povezivanjem s teorijskim osnovama nastajanja pruga interferencije unutar ogibnih maksimuma za dvije, tj. kod optičke rešetke za N pukotina međusobno razmaknutih konstantom d, ovdje je potrebno navesti minimalno dvije značajne činjenice: - što je pukotina bliže, razmak između pruga bit će manji; - uža pukotina za istu valnu duljinu imat će šire pruge difrakcije, uz uvjet da intenzitet osvijetljenosti pruga vrlo naglo opada te se stoga preporučuje mjerenje samo prvog maksimuma.

U ovom eksperimentalnom setu nije, zbog nemogućnosti postizanja preciznijih mjerenja, trebalo istražiti ovisnost o valnoj duljini svjetlosti: za pukotinu određene širine manja valna duljina svjetlosti značit će i manji ogibni kut.

Ukupno: …………………………………………………………………………………. **30 bodova**

Fizika - državno - 4. razred - eksperimenti 73

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
19.-20. studenog 2020.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:

- jedna svijeća lučica
- krojački metar
- ravnalo
- kutomjer
- jedan bijeli papir A4
- milimetarski papir
- karton debljine do 2 mm, formata A4
- škare koje mogu rezati karton
- selotejp
- plastelin

Zadatak:

1. Istražite odnos upadnog kuta zraka svjetlosti, osvijetljenosti površine i udaljenosti od izvora tako da:

1.1.	Opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka …………	4 boda
1.2.	Nacrtate skicu postupka s naznačenim dijelovima i veličinama ..	4 boda
1.3.	Sažeto opišete proces mjerenja …………………………………..	3 boda
1.4.	Rezultate mjerenja za isti kut i tri različite udaljenosti prikažete tablično ………………………………………………………….	2 boda
1.5.	Ponovite postupak i tablično prikažete rezultate mjerenja za različite kutove i iste udaljenosti kao pod 1.4. …………….…….	4 boda
1.6.	Sažeto opišete proces računanja prije unosa eksperimentalnih vrijednosti u grafički prikaz ………………………………………	2 boda
1.7.	Na milimetarskom papiru nacrtate dijagram s minimalno 15 eksperimentalnih točaka ………………………………………..	6 bodova
1.8.	Analizirate eksperimentalne rezultate tako da navedete što je utjecalo na preciznost ……………………………………………..	2 boda
1.9.	Izvedete zaključak u kojem ćete dobivene grafičke prikaze povezati s odgovarajućim algebarskim izrazom ………………..	3 boda

Ukupno: ……………………………………………………………………… **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
19. – 20. rujna 2020.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK – rješenje

1. Istražite odnos upadnog kuta zraka svjetlosti, osvijetljenosti površine i udaljenosti od izvora tako da:

1.1. Opišete teorijsku osnovu eksperimentalnog postupka ………… 4 boda

Prostorni kut **Ω** koji emitira izvor svjetlosti jakosti **I** na udaljenosti **r** na površinu ploštine **A** definiramo izrazom:

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \qquad (1)$$

Svjetlosni tok **ϕ** kojeg izvor jakosti I emitira u prostorni kut **Ω** definiramo izrazom:

$$\Phi = \Omega\, I \qquad (2)$$

Osvijetljenost neke površine je jedan luks ('lx') ako na svaki kvadratni metar te površine upada svjetlosni tok od jednog lumena ('lm'):

$$E = \frac{\phi}{A} \qquad (3)$$

Osvijetljenost ili iluminacija omjer je svjetlosnog toka **ϕ** i površine ploštine **A** koja sa zrakama iz izvora svjetlosti zatvara kut **α** :

$$E = \frac{\phi \cos\alpha}{r^2} \qquad (4)$$

Prema izrazima (1) i (2) definiramo osvijetljenost površine ploštine **A** kao omjer jakosti svjetlosnog izvora **I** i kvadrata udaljenosti **r²** svjetlosnog izvora, pri čemu treba uzeti u obzir i kut **α** između zraka svjetlosti i površine:

$$E = \frac{I \cos\alpha}{r^2} \qquad (5)$$

U zadatku je potrebno eksperimentalno dokazati odnos upadnog kuta zraka svjetlosti i udaljenosti, te je stoga potrebno navesti relaciju (4) ili (5) i odnos (2 boda):

$$E \sim \frac{1}{r^2} \qquad (6)$$

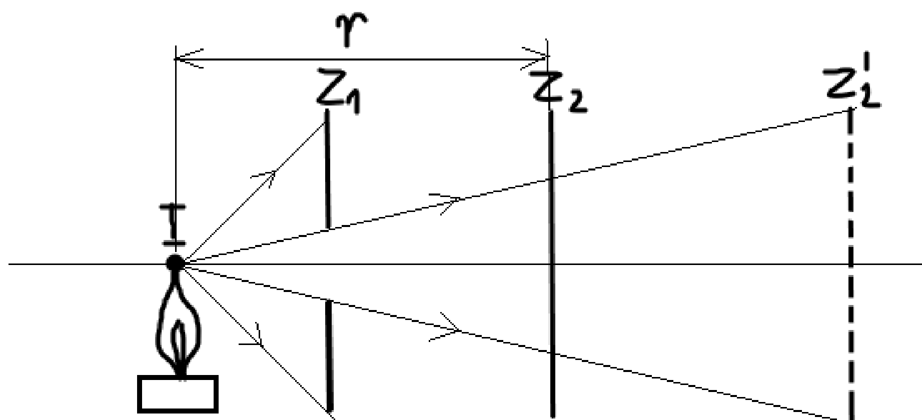
Potrebno je napisati i relaciju (3) i zatim istaknuti tražene međuodnose (2 boda):

$$E \sim \cos\alpha \qquad (7)$$

$$1/A \sim \cos\alpha \qquad (8)$$

1.2. Nacrtate skicu postupka s naznačenim dijelovima i veličinama ……. 4 boda

Skica na zoran način treba prikazati razmještaj elemenata u eksperimentalnom setu:



Potrebno je nacrtati i označiti: izvor svjetlosti (1 bod); zastori Z_1 i Z_2 (1 bod); udaljenost r (1 bod); put zraka svjetlosti (1 bod).

1.3. Sažeto opišete proces mjerenja ……………………………………….. 3 boda

Priprema eksperimentalnog seta:
- krojački metar zalijepi se selotejpom za površinu stola tako da čini optičku os najmanje duljine 60 cm;
- lučica kao izvor svjetlosti postavi se na jednom kraju optičke osi;
- od plastelina se oblikovanjem pripreme držači za kartone koji čine zaslon;
- na prvom zaslonu nacrta se i izreže otvor kojem je potrebno točno odrediti površinu (1.6.);
- drugi zaslon je pravokutni karton na koji se selotejpom pričvrsti bijeli papir jednake veličine;
- zasloni se postavljaju pomoću držača od plastelina na krojački metar tako da je prvi zastor s otvorom okomit na optičku os tijekom svih mjerenja, dok se drugi zastor prvo postavlja okomito na tri različite udaljenosti, a zatim pod kutom kojeg je potrebno još četiri puta promijeniti na svakoj udaljenosti (minimalan broj eksperimentalnih točaka u grafičkom prikazu 1.7. je 15);
- za prvu seriju mjerenja (1.4.) oba zastora postavljena su okomito na izvor svjetlosti; za drugu seriju mjerenja (1.5.) na istoj udaljenosti potrebno je odrediti površinu osvijetljenosti za još četiri različita kuta drugog zastora;
- udaljenosti između izvora i zaslona potrebno je pažljivo namjestiti tako da rubovi sjene na drugom zastoru budu dovoljno oštri kako bi omogućili precizna mjerenja.

Mjerenja:
- udaljenost izvora do sredine zastora mjeri se ravnalom ili prema položaju na optičkoj osi – krojačkom metru, pri čemu se sa strane po stolu mogu olovkom povući pomoćne linije koje predstavljaju sredinu lučice i drugog zastora na različitim udaljenostima;
- rubovi geometrijskog oblika osvijetljene površine /sjene/ izravno se mjere ravnalom i zatim slijedi račun za površinu (1.6.);
- kut postavljanja drugog zaslona prema optičkoj osi može se mjeriti izravno postavljanjem kutomjera na gornji rub zaslona ili također iscrtavanjem na stolu pomoćnih linija za okomiti položaj i za novi položaj drugog zastora pod kutom.

Priznaje se i svaki drugi način rada koji dovodi do točnog fizikalnog zaključivanja.

1.4. Rezultate mjerenja za isti kut i tri različite udaljenosti prikažete tablično …. 2 boda

Prva tablica na organizirani način koji omogućuje preglednost i zornost (1 bod) sadrži:
- redni broj mjerenja, udaljenost zaslona i duljine rubova osvijetljenog lika na drugom zastoru prema geometrijskom obliku izrezanom na prvom zaslonu /duljine stranica za oblik kvadrata, pravokutnika ili trokuta/ (1 bod);
- preporuka je, radi veće zornosti, da u tablicu također budu upisani i izračunati podaci za površinu sjene.

1.5. Ponovite postupak i tablično prikažete rezultate mjerenja za različite kutove i iste udaljenosti kao pod 1.4. ……………..……. 4 boda

Podaci izmjereni pod 1.5. mogu biti pregledno svrstani u novu tablicu ili zajedničku s rezultatima mjerenja pod 1.4. – jasno trebaju biti vidljive različite udaljenosti (1 bod) i različiti kutovi (1 bod), što znači da je ključna dobra organizacija tablice (1 bod) u kojoj bi trebale biti vidljive i vrijednosti koje će biti na koordinatnim osima za grafički prikaz (1 bod);

1.6. Sažeto opišete proces računanja prije unosa eksperimentalnih vrijednosti u grafički prikaz ……………………. 2 boda

Radi veće zornosti, preporuka je skicirati otvor na prvom zaslonu koji će odrediti i oblik osvijetljenog lika na drugom, s oznakama bridova geometrijskog lika (rubova osvijetljene površine) kako su navedene u tabličnom prikazu – umjesto skice moguće je oblik lika i oznake mjerenih veličina opisati i riječima (1 bod) i zatim napisati i odgovarajući izraz pomoću kojeg se računa površina sjene (1 bod).

1.7. Na milimetarskom papiru nacrtate dijagram s minimalno 15 eksperimentalnih točaka …………………. 6 bodova

Prema tekstu zadatka traži se jedan, sumarni dijagram za sva mjerenja, nacrtan uredno na milimetarskom papiru (1 bod); s točno navedenim veličinama i mjernim jedinicama **na y-osi - 1/A** (1 bod) i **x-osi – cos α** (1 bod).
Ovim načinom za parove površine **A** i kuta **α** za istu udaljenost u grafičkom prikazu bit će dobivene točke kroz koje se može provući pravac i dokazati linearna ovisnost veličina na koordinatnim osima; za tri različite udaljenosti potrebno je imati grupirane točke oko tri pravca (3 boda), za svaki po pet točaka; pravce nije potrebno izravno ucrtavati (zbog nepreciznosti mjerenja eksperimentalne točke imat će izražena manja ili veća odstupanja od pravca) iz razloga što bi se za to trebala koristiti metoda najmanjih kvadrata (čije algebarske izraze za određivanje jednadžbe pravca nije potrebno poznavati napamet) – moguće je, radi veće zornosti, točke koje predstavljaju isti set podataka istaknuti oznakom ili međusobno pravocrtno povezati.

1.8. Analizirate eksperimentalne rezultate tako da navedete što je utjecalo na preciznost mjerenja i rezultata ……………….. 2 boda

Jasno i opisno potrebno je navesti minimalno dvije različite uočene poteškoće koje su utjecale na preciznost mjerenja i time i na izgled grafičkog prikaza (svaka po 1 bod) – primjerice, što je poduzeto u postavljanju eksperimentalnog seta da se točno može mjeriti udaljenost izvora od zaslona (lučica ima promjer i držač od plastelina zauzima površinu, tako da je trebalo odrediti ishodišta za krajnje točke kod mjerenja udaljenosti); ili, npr., kako je pomoću pribora koji je na raspolaganju mjeren kut zakretanja zaslona.
Preporuka je navesti, prema stečenom eksperimentalnom iskustvu, i načine kako bi se uspješnije mogao sastaviti novi eksperimentalni set i izvoditi potrebna mjerenja – u smisli što bi se moglo promijeniti i poboljšati, tj. napraviti drugačije.

1.9. Izvedete zaključak u kojem ćete eksperimentalne rezultate i grafički prikaz povezati s odgovarajućim algebarskim izrazom ………………. 3 boda

Zaključak eksperimentalnog rada treba sadržavati odnos bitnih veličina za određivanje traženog međuodnosa – relacija (8) (1 bod), jasno navedenu poveznicu tog međuodnosa s veličinama na koordinatnim osima grafičkog prikaza – zbog čega su točke ucrtane za jednu udaljenost približno na istom pravcu, čime se dokazuje linearna ovisnost (1 bod) i kratak osvrt o eksperimentalnim odstupanjima u odnosu na očekivanu linearnu ovisnost – točke će biti grupirane na i oko pravca, a odstupanja će biti veća ukoliko je preciznost mjerenja manja (1 bod).

Ukupno: ……………………………………………………………………….30 bodova

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
28. – 29. travnja 2021.

Srednje škole – 4. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Pribor:
- žlica za juhu
- lučica
- šibice
- škare
- A4 milimetarski papir
- A4 bijeli papir

Zadatak:

1. Odredite žarišnu daljinu udubljenog dijela žlice na dva različita eksperimentalna načina tako da:

I. napravite neposredna mjerenja primjenom subjektivnog određivanja oštrine slike na papirnoj traci postavljenoj u žarište i pri tome:
   a) nacrtate skicu refleksije zraka svjetlosti u žarištu za konkavno sferno zrcalo …… 2 boda
   b) ukratko opišete način rada …… 2 boda
   c) rezultate minimalno šest mjerenja prikažete tablično …… 3 boda
   d) za eksperimentalno dobivenu žarišnu daljinu provedete račun slučajnih pogrešaka koji uključuje pojedinačno odstupanje od srednje vrijednosti, zapis točnog rezultata i relativnu maksimalnu pogrešku …… 4 boda
   e) kratko komentirate preciznost mjerenja i oblik žlice u odnosu na dobiveni rezultat …1 bod

II. napravite mjerenja na klasičan način s predmetom i slikom, uz uvjet da za predmet koristite plamen svijeće a sliku prikazujete na zaslonu od bijelog papira, ali radi kvalitetnijeg prikaza u eksperimentalnom setu pripremite mali zaslon, također od bijelog papira, s vrhom obrnutog oblika slova 'V', takvog oblika da ga, usmjerenog prema zastoru, pridržava tijelo lučice i pri tome:
   f) nacrtate konstrukciju slike za eksperimentalni primjer prema kojem ćete odrediti žarišnu duljinu i odredite narav slike …… 3 boda
   g) skicirate tlocrt eksperimentalnog seta s optičkom osi …… 2 boda
   h) ukratko opišete način rada …… 2 boda
   i) rezultate minimalno 8 mjerenja prikažete tablično …… 3 boda
   j) za računski dobivenu žarišnu daljinu provedete račun slučajnih pogrešaka …… 4 boda

III. napravite sumarnu analizu dobivenih rezultata i pri tome:
   k) usporedite žarišne duljine dobivene I. i II. eksperimentalnim setom …… 2 boda
   l) usporedite relativne maksimalne pogreške i ukratko ih komentirate s naglaskom na utjecaj preciznosti mjerenja u eksperimentalnim setovima …… 2 boda

Napomena: pribor za crtanje nije dio propisanog pribora i s njim se mogu crtati konstrukcije slika, ali za mjerenja udaljenosti koristiti isključivo milimetarski papir!

Ukupno: …………………………………………………………………………… **30 bodova**

Natjecateljima želimo uspješan rad!

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE
28. – 29. travnja 2021.

Srednje škole – 4. grupa

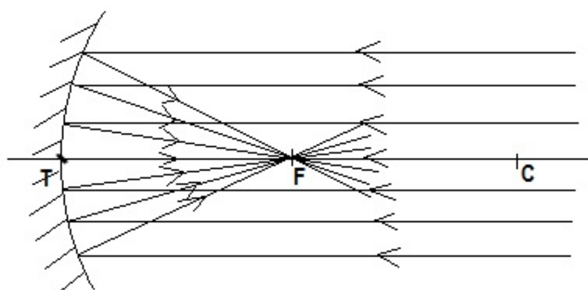
EKSPERIMENTALNI ZADATAK - RJEŠENJE

Zadatak:

1. Odredite žarišnu daljinu udubljenog dijela žlice na dva različita eksperimentalna načina tako da:

I. napravite neposredna mjerenja primjenom subjektivnog određivanja oštrine slike na papirnoj traci postavljenoj u žarište i pri tome:

a) nacrtate skicu refleksije zraka svjetlosti u žarištu za konkavno sferno zrcalo …… 2 boda



Slika 1. Konstrukcija slike za žarište konkavnog sfernog zrcala
/1 bod za označene točke T i F; 1 bod za prikazan put zraka svjetlosti/

b) ukratko opišete način rada …… 2 boda

- Od bijelog papira izreže se traka (do 1 cm širine i 6 cm duljine, kako se ne bi savijala kod držanja).
- Na stol se prvo postavi milimetarski papir A4 veličine, zatim se u jednoj ruci drži žlica (preporuka je držati žlicu tako da joj je ručka paralelno s podlogom) prema izvoru svjetlosti (to može biti prirodna svjetlost od prozora ili svjetlost lučice) a u drugoj ruci papirna traka koja se približava i udaljava od žlice dok opažani uzorak svjetlosti ne bude izoštren.
- Tada se traka pažljivo spusti na milimetarski papir s točnim položajem ruba trake u odnosu na ravninu u kojoj je subjektivno opažena najoštrija slika; također se i žlica spusti s druge strane trake i pomoću oznaka na milimetarskom papiru dobije se udaljenost od trake do ruba žlice (a).
- Vrijednost udubljenog dijela žlice može se postići viziranjem iznad žlice prema milimetarskom papiru ili tako da se uz ispupčeni dio žlice spusti olovka te se određuje udaljenost od ruba žlice do olovke (b).
- Zbrajanjem ove dvije vrijednosti (a+b) dobije se ukupna udaljenost koja predstavlja žarišnu daljinu.

/1 bod za povezivanje žarišta konkvanog dijela žlice s oštrinom slike, 1 bod za opis mjerenja – priznaju se i druga alternativna rješenja koja nisu obuhvaćena gornjim opisom, a odnose se na primjenu i korištenje propisane opreme/

c) rezultate minimalno šest mjerenja prikažete tablično …… 3 boda

- Tablica je jednostavna i sadrži: redni broj mjerenja i žarišni daljinu, a zbog potreba računa slučajnih pogrešaka moguće je odmah pregledno dodati i stupac s odstupanjem pojedinačnog mjerenja od srednje vrijednosti.

/1 bod za organizaciju tablice, 1 bod za mjernu jedinicu, 1 bod za minimalan broj mjerenja/

d) za eksperimentalno dobivenu žarišnu daljinu provedete račun slučajnih pogrešaka koji uključuje pojedinačno odstupanje od srednje vrijednosti, zapis točnog rezultata i relativnu maksimalnu pogrešku …… 4 boda

Računom slučajnih pogrešaka procjenjujemo točnost kojom smo izmjerili određenu veličinu, pri čemu određujemo:

- aritmetičku sredinu ili srednju vrijednost svih pojedinih mjerenja:

$$\bar{f} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} f_i \quad \text{(mjerna jedinica)} \qquad (1)$$

- odstupanja pojedinačnog mjerenja od srednje vrijednosti:

$$\Delta f_i = (f_i - \bar{f}) \quad \text{(mjerna jedinica)} \qquad (2)$$

- apsolutnu vrijednost maksimalnog pojedinačnog odstupanja:

$$| \Delta f_{i\,max} | \quad \text{(mjerna jedinica)} \qquad (3)$$

- zapis točnog rezultata:

$$f = (\bar{f} \pm | \Delta f_{i\,max} |) \quad \text{(mjerna jedinica)} \qquad (4)$$

- relativnu maksimalnu pogrešku koju najčešće izražavamo u postocima:

$$r_m = \left(\frac{| \Delta f_{i\,max} |}{\bar{f}} \cdot 100 \right) \% \qquad (5)$$

/po 1 bod za srednju vrijednost, maksimalno odstupanje, zapis točnog rezultata i maksimalnu relativnu pogrešku – ukupno 4 boda/

e) kratko komentirate preciznost mjerenja i oblik žlice u odnosu na dobiveni rezultat …… 1 bod

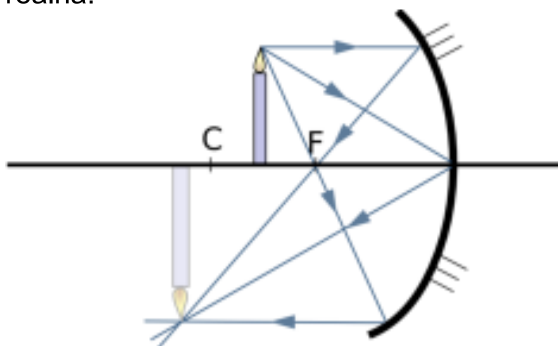
- Obzirom da žlica ima dvije reflektirajuće površine, razlikujemo udubljenu ili konkavnu i ispupčenu ili konveksnu stranu žlice, pri čemu u našim mjerenjima uzimamo žarišnu daljinu najvećeg udubljenja.
- U komentaru treba povezati način preciznog određivanja položaja žarišta pomoću izoštrene slike na zaslonu (papirnoj traci) s načinom mjerenja same žarišne daljine pomoću milimetarskog papira za udubljeni (konkavni) dio žlice.

/1 bod za komentar preciznosti mjerenja prema kojem je vidljivo da se radi o stečenom eksperimentalnom iskustvu; 1 bod za komentar koji povezuje oblik žlice i metodu određivanja žarišta i žarišne daljine/

II. napravite mjerenja na klasičan način s predmetom i slikom, uz uvjet da za predmet koristite plamen svijeće a sliku prikazujete na zaslonu od bijelog papira, ali radi kvalitetnijeg prikaza u eksperimentalnom setu pripremite mali zaslon, također od bijelog papira, s vrhom obrnutog oblika slova 'V', takvog oblika da ga, usmjerenog prema zastoru, pridržava tijelo lučice i pri tome:

f) nacrtate konstrukciju slike za eksperimentalni primjer prema kojem ćete odrediti žarišnu duljinu i odredite narav slike …… 3 boda

- Zbog veličine žlice jasno je da će na zastoru biti moguće dobiti izoštrenu sliku plamena svijeće samo ako se izvor svjetlosti, lučica, nalazi između središta zakrivljenosti i žarišne duljine konkavne strane žlice, a zastor iza (Slika 2). Narav slike je za taj primjer: obrnuta, uvećana i realna.



Slika 2. Dobivanje slike kod konkavnog sfernog zrcala kada se predmet nalazi između C i F

/1 bod za točno prikazane optičku os, sferno zrcalo, točke C i F i točno prikazane položaje predmeta i slike; 1 bod za točno nacrtan put dviju od tri karakteristične zrake; 1 bod za točno napisanu narav slike/

g) skicirate tlocrt eksperimentalnog seta s optičkom osi …… 2 boda

- Tlocrt treba jasno sadržavati redom: zaslon, mali zaslon i lučicu te žlicu kao konkavno sferno zrcalo (1 bod). Obzirom na algebarski izraz jednadžbe konjugacije za sferno zrcalo, na tlocrtu bi trebale biti prikazane i odgovarajuće oznake za udaljenosti predmeta i slike od tjemena konkavnog sfernog zrcala (1 bod) – ove se vrijednosti mogu označiti i na Slici 2, ili napisati riječima na što se odnosi pojedina veličina u jednadžbi konjugacije, pri čemu je prikaz na skici zorniji.

h) ukratko opišete način rada …… 2 boda

- Kod planiranja eksperimentalnog seta treba uzeti u obzir napomenu navedenu na kraju zadatka – da pribor za crtanje nije dio propisanog pribora - te se mjerenja isključivo rade pomoću milimetarskog papira.
- Zatim treba odrediti položaj lučice u odnosu na zaslon; zaslon pripremiti tako da se izreže pravokutan ili kvadratičan manji oblik iz A4 bijelog papira.
- Radi veće preciznosti mjerenja i lakšeg određivanja okomitog položaja zaslona u odnosu na žlicu, na milimetarskom papiru dobro je unaprijed označiti pravac koji će predstavljati optičku os.
- Na optičkoj osi dobro je označiti okomiti pravac koji će predstavljati središte lučice, koju se zatim viziranjem postavlja na tako dobivenu oznaku 'x' točno na sredinu i kasnije se ne pomiče za vrijeme mjerenja.
- Nakon što se upali lučica, s jedne se njezine strane okomito na optičku os i okomito na ravninu milimetarskog papira u ruci drži zaslon, a s druge strane žlica, pri čemu se vodi računa o već dobivenoj žarišnoj daljini, tako da se plamen lučice doista nađe između središta zakrivljenosti i žarišta konkavne strane žlice.
- Pomicanjem zaslona odredi se položaj najoštrije slike i zatim se, kao i kod prvih mjerenja, pažljivo zaslon odloži na milimetarski papir tako da je donji rub sada na istoj udaljenosti na kojoj je bio cijeli zaslon, kao i rub žlice s druge strane lučice. Nakon toga se pristupi mjerenju, pri čemu se koristi raspodjela na milimetarskom papiru, a rezultat se može izraziti s točnošću do 1 mm. Pri tom se može koristiti već u prvom dijelu određena udaljenost od ruba do tjemena žlice.
- Obzirom na dnevne uvjete rasvjete, obrnuti plamen svijeće na zaslonu lakše će biti vidljiv ako se od preostalog bijelog papira izreže još jedna traka širine od 1,5 do 2,0 cm i dovoljne duljine da jedan njezin kraj bude u visini plamena, a drugi ispod lučice koja će pridržavati oblik slova L tijekom mjerenja. Na tako dobivenoj traci bijelog papira na jednoj se strani škarama napravi vrh šiljatog trokuta, tj. obrnuti oblik slova 'V' – to će biti oblik koji će zakloniti izravno plamen svijeće prema zaslonu i omogućiti kvalitetnije opažanje slike. Druga strana se savije pod pravim kutom i postavlja ispod lučice.
- Priznaju se i alternativne inačice eksperimentalnog seta i načina vršenja mjerenja, uz korištenje samo propisanog pribora.
- Pri postavljanju zaslona i žlice treba voditi računa o blizini plamena lučice; potrebno je strpljivo tražiti najpovoljniji međusobni položaj zaslona i žlice prema oštrini obrnute slike plamena i zatim pažljivo nastojati odložiti i zaslon i žlicu radi što veće preciznosti kod određivanja udaljenosti, što će biti vidljivo u maksimalnom odstupanju i relativnoj maksimalnoj pogrešci.

  /1 bod se odnosi na kratak opis pripreme zaslona i malog zaslona prema navodu u zadatku pod II.; 1 bod se odnosi na način određivanja udaljenosti predmeta i slike/.

i) rezultate minimalno 8 mjerenja prikažete tablično …… 3 boda

Primjer tabličnog prikaza:

Tablica 2. Tablični prikaz rezultata određivanja žarišne duljine konkavnog dijela žlice

Redni broj mjerenja:	x (cm)	x' (cm)	f_i (cm)	$\Delta f_i = (f_i - \overline{f})$ /(cm)
1.				
…				
8.				

/Bodovanje je isto kao i pod c):
1 bod za organizaciju tablice, 1 bod za mjerne jedinice, 1 bod za minimalan broj mjerenja/

j) za računski dobivenu žarišnu daljinu provedete račun slučajnih pogrešaka …… 4 boda

- Žarišnu daljinu računa se primjenom jednadžbe konjugacije:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \qquad (6)$$

gdje je (a) udaljenost predmeta od tjemena i (b) udaljenost slike od tjemena konkavnog sfernog zrcala.

- Kao što je navedeno pod d) relacijama od (1) do (5), potrebno je odrediti, pazeći u zapisu rezultata na odgovarajuće mjerne jedinice, srednju vrijednost žarišne daljine (1 bod), pojedinačna odstupanja i zatim apsolutnu vrijednost maksimalnog odstupanja od srednje vrijednosti (1 bod), relativnu maksimalnu pogrešku (1 bod) i zapisati točan rezultat (1 bod).

III. napravite sumarnu analizu dobivenih rezultata i pri tome:

k) usporedite žarišne duljine dobivene I. i II. eksperimentalnim setom …… 2 boda

- Svaki eksperimentalni rad treba imati sumarnu analizu. Ovdje se očekuje jasno navođenje oba rezultata (1 bod) i zatim njihova usporedba s kratkim komentarom o tome koliko su slične ili različite rezultate dale dvije neovisne eksperimentalne metode (1 bod)

l) usporedite relativne maksimalne pogreške i ukratko ih komentirate s naglaskom na utjecaj preciznosti mjerenja u eksperimentalnim setovima …… 2 boda

- Preciznost mjerenja objektivno možemo povezati s relativnim maksimalnim pogreškama, ali i sa apsolutnom vrijednošću najvećeg odstupanja. Potrebno je usporediti obje dobivene relativne maksimalne pogreške, što je moguće napraviti tako da se navedu oba iznosa i zatim algebarski izračuna njihova razlika ili samo komentira (1 bod) uz kratak i jasan osvrt na preciznost obje eksperimentalne metode u odnosu na dobivene vrijednosti pogrešaka (1 bod).

Napomena: pribor za crtanje nije dio propisanog pribora i s njim se mogu crtati konstrukcije slika, ali za mjerenja udaljenosti koristiti isključivo milimetarski papir!

Ukupno: …………………………………………………………………………… **30 bodova**

Državno natjecanje iz fizike

26. do 29. travnja 2022., Podgora

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

4. skupina

Pribor: svjetleće diode (po dvije crvene, žute, zelene, plave i bijele), spojne žice, dvije velike spajalice, potenciometar (trimer) 1kΩ, odvijač, otpornici (330Ω), multimetri, baterija 9V, mjerna traka na letvici, mjerna traka, optička rešetka (500 pukotina po mm), pločica za LED, gumena tamna cjevčica, arak papira sa obojanim pravokutnicima, milimetarski papir, gumice.

Upute:

Pri izvođenju eksperimentalnog zadatka kao indikatori se koriste posebne vrste izvora svjetlosti – LED diode. Tijekom prolaza električne struje poluvodičkom diodom u dodirnom NP – sloju stalno se rekombiniraju slobodni elektroni i šupljine. Pritom se u nekim poluvodičima, pri rekombinaciji, oslobođena energija pretvara u svjetlost. Takve se diode nazivaju svjetleće diode. LED (Light Emiting Diode) rade na načelu unutarnjeg fotoelektričnog učinka. Na frekvenciju zračenih elektromagnetskih valova, odnosno na boju emitirane svjetlosti, može se utjecati odabirom odgovarajućeg poluvodičkog materijala te odabirom i koncentracijom točno određenih primjesa.



Kristal poluvodiča sastoji se od velikog broja pravilno razmještenih atoma čiji se energijski nivoi cijepaju u niz bliskih susjednih stanja koja se zovu vrpcama. One su odijeljene energijskim procjepom. U slučaju unutarnjeg fotoelektričnog učinka, kod poluvodiča, valentni elektroni koji apsorbiraju foton prelaze u vodljivu vrpcu. Ako je energija apsorbiranih fotona veća od energije energijskog procjepa, elektroni na račun dobivene energije mogu prijeći iz valentne vrpce u vodljivu vrpcu i postati pokretni i mogu biti nositelji električne struje u kristalu.

Svaki materijal ima različitu širinu energijskog procjepa i zato emitira svjetlost različitih valnih duljina. Za LED crvene boje to svojstvo ima (GaAsP), LED plave boje (GaN) i LED zelene boje (GaP).

Ako kroz svjetleću diodu prolazi prevelika struja, dolazi do oštećenja. Struju treba ograničiti pomoću otpornika! Svjetleća dioda ima pozitivan i negativan pol. Na kućištu je negativan pol označen, tako da je kućište sa strane gdje je negativan pol lagano zaravnato. Dioda vodi kada joj je anoda spojena na pozitivni pol izvora, a katoda na negativni pol izvora. Ako se dioda spoji u suprotnom smjeru, neće svijetliti.

Napomena: ne skraćujte ili savijajte izvode na svjetlećim diodama!

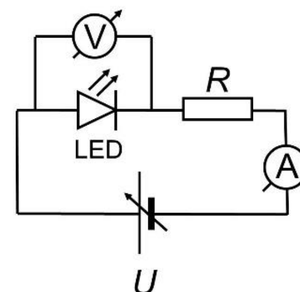
<u>Zadaci:</u>

1. dio:

a) Odredite strujno-naponske karakteristike svjetlećih dioda.

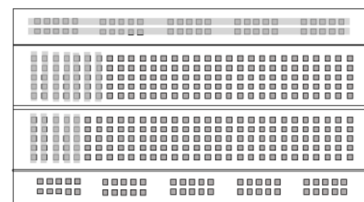
Za crvenu, žutu, zelenu, plavu i bijelu svjetleću diodu nacrtajte, na milimetarskom papiru (prilog 1), strujno naponske karakteristike, na istom grafu.

Osnovni se strujni krug sastavlja prema shemi:

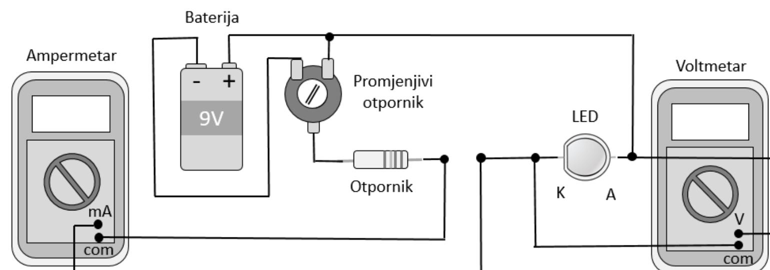


Umjesto laboratorijskog izvora napona kao izvor napona koristite bateriju od 9V. Kako bi za vrijeme mjerenja mogli mijenjati napone dodaje se promjenjivi otpornik (trimer od 1kΩ). Zakretanjem okretnog dijela s utorom na sredini trimera, mijenja se vrijednost napona na diodi. Koristite priloženi odvijač za zakretanje. Potrebno je dodati i otpornik od 330Ω u seriju.

Strujni se krug sastavlja na eksperimentalnoj pločici. Ova se pločica sastoji od plastičnog kućišta na čijoj se gornjoj strani nalazi mnoštvo rupica namijenjenih umetanju nožica različitih komponenti. Rupice su u unutrašnjosti pločice međusobno povezane prema određenom pravilu. Na slici su označene međusobno povezane rupe. One predstavljaju mjesta jednakog potencijala. Na slici je označen dio međusobno spojenih rupa.



Primjer spajanja vašeg eksperimentalnog postava prikazan je na slici. Svjetleća dioda, promjenjivi otpornik i otpornik trebaju biti postavljeni na eksperimentalnu pločicu.



Prije mjerenja, na multimetru kojim se mjeri napon, odaberite odgovarajuće mjerno područje na zakretnom dijelu (DCV, 20.). Na multimetru kojim mjerite struju odaberite mjerno područje DCA .200mA. Spojne žice se spajaju na COM ulaz multimetra (-) i VΩmA ulaz (+).

Mjerite parove vrijednosti napona i struje. Očitajte barem 10 parova napona i struje počevši od trenutka kad je LED tek zasvijetlila. Mjerenja provodite isključivo u propusnom smjeru diode! Struja ne smije premašiti 20 mA!!!

Mjerenja i rezultate prikažite tablično i grafički!

b) Usporedite dobivene grafove. O kakvim se karakteristikama radi?

c) LED pri određenom istosmjernom naponu počinje emitirati svjetlost. Izmjerite napon na svakoj pojedinoj diodi upravo kada počne svijetliti (napon praga U_0). Iz dobivenih mjerenja za svaku svjetleću diodu odredite energiju koja se pri rekombinaciji pretvorila u svjetlost. Energije izrazite u eV! Obrazložite postupke svojih izračuna! Navedite primijenjene izraze i imenujte sve veličine.

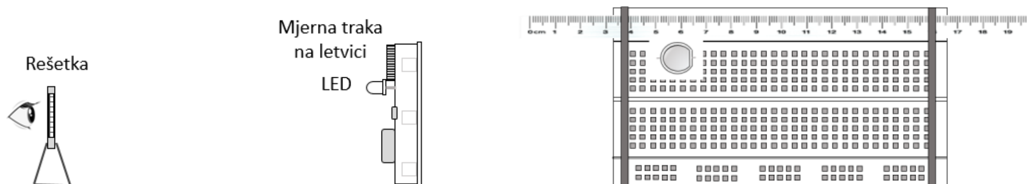
d) Povucite pravac duž linearnog dijela strujno naponske karakteristike. Očitajte vrijednost napona na naponskoj osi kroz koji pravac prolazi (U_0'). Ponovite postupak za svaku svjetleću diodu i očitajte pripadne napone. Ove se vrijednosti razlikuju od vaših prethodnih očitovanja. Obrazložite.

e) Diskutirajte napon praga bijele LED u odnosu na ostale svjetleće diode.

Konstante: brzina svjetlosti u vakuumu $c=3\cdot10^8\ \mathrm{ms^{-1}}$, Planckova konstanta $h=6{,}626\cdot10^{-34}\mathrm{Js}$.

2. dio:

Da bi odredili valnu duljinu emitirane svjetlosti upotrijebit ćete optičku rešetku koja ima 500 pukotina po jednom milimetru. Na slici je shematski prikaz pokusa u kojem treba odrediti valnu duljinu izvora svjetlosti.



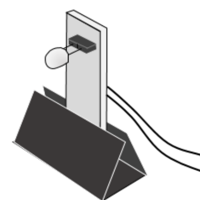
Optičku rešetku (u plastičnom okviru) postavite u veliku spajalicu za papir. Eksperimentalnu pločicu koju ste koristili u prvom dijelu vježbe okrenite okomito. Neka je LED postavljena u gornjem dijelu pločice (na skici nije prikazan elektronički skolp iz prethodog dijela zadatka, potreban za napajanje diode!). Pričvrstite letvicu s mjernom trakom pomoću gumica, neposredno iznad LED kako je prikazano na slici.

Uključite LED i promotrite njezinu svjetlost kroz optičku rešetku, tako da vam je oko vrlo blizu rešetke. Promotrite dobiveni spektar. Udaljenosti namjestite tako da dobro vidite spektar prvog reda.

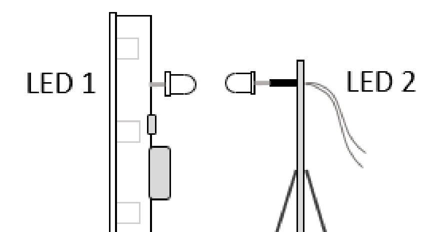
a) Usporedite i opišite dobivene spektre pojedinih svjetlećih dioda, uključujući i svjetleću diodu koja emitira bijelu svjetlost.
b) Odredite valne duljine crvene, žute, zelene i plave svjetleće diode. Za svaku diodu izvršite seriju od 5 mjerenja i procijenite točnost mjerenja. Što je sve uvjetovalo točnost vaših mjerenja? Rezultate prikažite tablično! Na skici označite mjerene veličine. Navedite sve izraze koje ste koristili za izračune!
c) Iz dobivenih mjerenja (koristite srednje vrijednosti dobivenih rezultata u b) dijelu) odredite energije emitiranih fotona. Energije izrazite u eV!
d) Usporedite dobivene energije s energijama dobivenima u 1. dijelu zadatka. Obrazložite rješenja.

3. dio:

Namjena je svjetlećih dioda, u pravilu, emitiranje svjetlosti. Međutim, ako na svjetleću diodu spojite voltmetar, i pri dnevnoj svjetlosti, očitat ćete vrijednosti i od nekoliko mV, nekoliko desetaka mV i više. Vaš je zadatak istražiti ovisnost napona koji očitavate na svjetlećoj diodi o valnoj duljini svjetlosti koja na nju upada.
Sastavite eksperimentalni postav prikazan na slici.



LED 1 (predajnik) postavljena je na eksperimentalnoj pločici kao i u prvom i drugom dijelu zadatka. Spojite diodu na bateriju. Na pločicu na kojoj se nalazi konektor s dva utora postavite LED 2 (prijemnik) i zatim diodu spojite na voltmetar (mjerno područje 200 mV).
Postavite prvo crvenu LED i osvjetljavajte redom svjetlošću crvene LED, zatim žute, zelene i plave LED.



Nakon toga osvjetljavajte žutu LED redom svjetlošću crvene, žute, zelene i plave LED. Na isti način nastavite s osvjetljavanjem zelene i plave LED i očitavajte pripadne napone na LED 1.

LED 1 i 2 treba postaviti jednu naspram druge, vrlo blizu. Namještajte tako dugo dok nije očitan najveći napon na voltmetru. Ukoliko okolno osvjetljenje smeta, možete svjetleće diode postaviti na krajeve priložene gumene crne cjevčice. Cjevčicu možete skratiti kako bi dobili željenu duljinu.

a) Sastavite tablicu u kojoj ćete prikazati izmjerene napone u ovisnosti o valnoj duljini primijenjene svjetlosti.
b) Što možete zaključiti na osnovu dobivenih podataka?
c) Obrazložite moguća odstupanja u svojim mjerenjima.
d) Je li moguće koristiti svjetleće diode kao naponske ćelije? Obrazložite. Kako biste odredili maksimalnu snagu ovakve naponske ćelije?
e) U 1. i 2. dijelu zadatka objašnjavali ste spektre bijele LED i ostalih svjetlećih dioda. Također ste razmatrali napone praga za bijelu i ostale svjetleće diode. Jeste li uspjeli povezati napon praga bijele i ostalih dioda? Usporedite strujno naponske karakteristike bijele i plave LED.
Uzmite svaku od dobivenih svjetlećih dioda i pokušajte vidjeti poluvodički element (PN spoj) u unutrašnjosti svake diode. Usporedite pogled u unutrašnjost kućišta, npr. plave i bijele LED. Što opažate?

Zadatak je da pomoću jedne od svjetlećih dioda (crvene, zelene ili plave) i jednog od obojanih pravokutnika (prilog 2) dobijete bijelu svjetlost. U prilogu 2 otisnut je niz pravokutnika obojanih običnim bojama (tinta pisača) i niz pravokutnika obojanih fluorescentnim flomasterima. Obrazložite rezultat izvedenog pokusa.

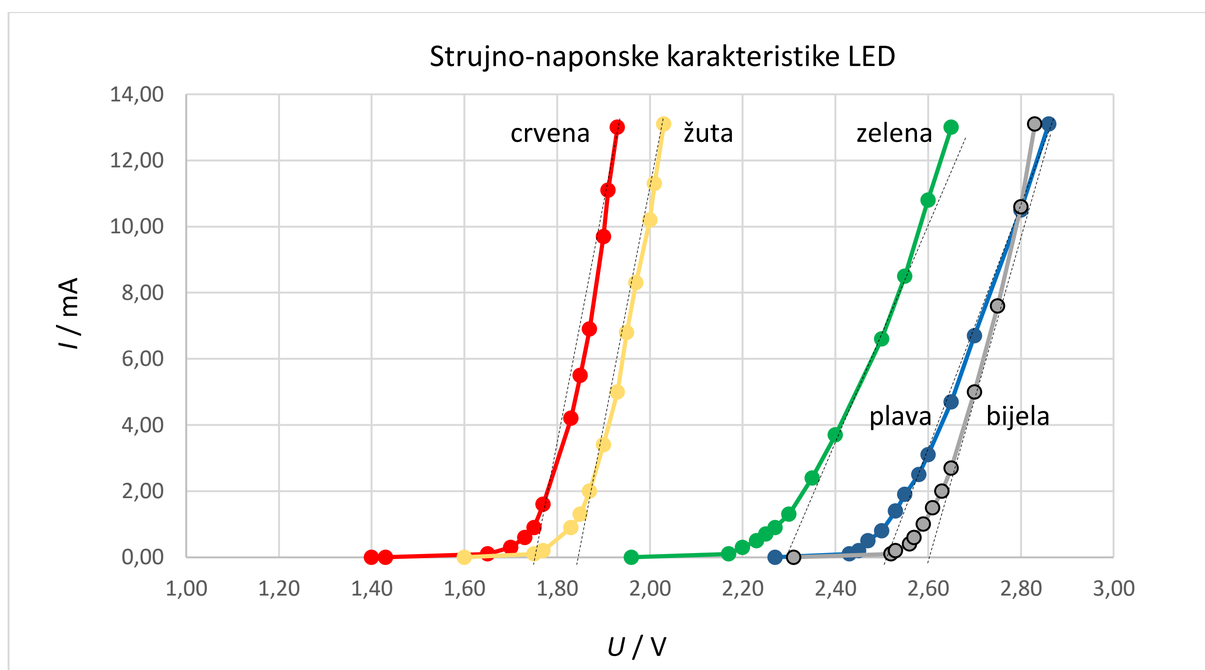
Na osnovu svega prethodnog, pokušajte pojednostavljeno objasniti načelo rada vaše bijele LED.

Državno natjecanje iz fizike
26. do 29. travnja 2022., Podgora
RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATKA
4. skupina

1. dio

a) Mjerenja (strujno-naponske karakteristike svjetlećih dioda): **4 boda**

crvena		žuta		zelena		plava		bijela	
U/V	I/mA	U/V	I/mA	U/V	I/mA	U/V	I/mA	U/V	I/mA
1,40	0,00	1,60	0,00	1,96	0,00	2,27	0,00	2,31	0,00
1,43	0,00	1,75	0,10	2,17	0,10	2,43	0,10	2,52	0,10
1,65	0,10	1,77	0,20	2,20	0,30	2,45	0,20	2,53	0,20
1,70	0,30	1,83	0,90	2,23	0,50	2,47	0,50	2,56	0,40
1,73	0,60	1,85	1,30	2,25	0,70	2,50	0,80	2,57	0,60
1,75	0,90	1,87	2,00	2,27	0,90	2,53	1,40	2,59	1,00
1,77	1,60	1,90	3,40	2,30	1,30	2,55	1,90	2,61	1,50
1,83	4,20	1,93	5,00	2,35	2,40	2,58	2,50	2,63	2,00
1,85	5,50	1,95	6,80	2,40	3,70	2,60	3,10	2,65	2,70
1,87	6,90	1,97	8,30	2,50	6,60	2,65	4,70	2,70	5,00
1,90	9,70	2,00	10,20	2,55	8,50	2,70	6,70	2,75	7,60
1,91	11,10	2,01	11,30	2,60	10,80	2,80	10,50	2,80	10,60
1,93	13,00	2,03	13,10	2,65	13,00	2,86	13,10	2,83	13,10



b) Strujno-naponske karakteristike nisu linearne. Svjetleće diode su poluvodički elementi i za njih ne vrijedi Ohmov zakon. Napon na diodi nije proporcionalan struji. Otpor diode se promjenom napona na diodi mijenja. Kako se povećava napon na diodi, u određenom trenutku uočava se nagli porast struje. Ovaj dio karakteristike je linearan.

1 bod

c) Energija fotona proporcionalna je frekvenciji: $E=hf$, gdje je h Planckova konstanta.

LED pri određenom istosmjernom naponu počinje emitirati svjetlost. Energija (fotona) kod koje je svjetlost određene boje najintenzivnija, približno je jednaka:

$$E=eU_0,$$

U_0 je napon praga, napon na diodi pri kojem dioda počne svijetliti.

2 boda

LED	U_0 / V	E / eV
crvena	1,40	1,40
žuta	1,60	1,60
zelena	1,96	1,96
plava	2,27	2,27
bijela	2,31	2,31

d)

LED	U_0' / V
crvena	1,77
žuta	1,86
zelena	2,28
plava	2,53
bijela	2,62

Pri određivanju napona praga U_0, točnost mjerenja ovisi o očitavanju trenutka kad je uočeno da je LED počela svijetliti. Okolno osvjetljenje bi se pri očitavanju trebalo smanjiti što je više moguće.

Voltmetar pokazuje napon U koji sadrži i pad napona zbog unutarnjeg otpora voltmretra: $U=U_0+R_VI$.

Napon praga određen u c) dijelu zadatka nešto je manji od napona određenog u d) dijelu.

LED počinje svijetliti prije no što uočavamo na ampermetru da je dioda počela voditi. Uzrok je rezolucija mjernog uređaja.

Kod određivanja napona U_0' radi se o aproksimaciji. Pravac koji određuje odsječak na naponskoj osi trebao bi prolaziti linearnim dijelom strujno naponske karakteristike, ali je taj dio tek približno linearan.

Radi se o idealizaciji, zanemaruje se unutarnji otpor mjernog instrumenta.

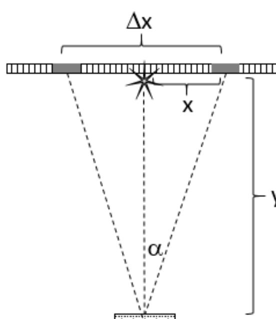
1 bod

e) Napon praga ovisi o frekvenciji emitirane svjetlosti diode. Veće frekvencija odgovara većoj energiji emitiranih fotona. Diode koje emitiraju svjetlost manje valne duljine imaju veći napon praga. Svjetleća dioda koja emitira bijelu svjetlost ima najveći napon praga. Napon praga diode koja emitira plavu svjetlost vrlo blizu je naponu praga diode koja emitira bijelu svjetlost.

2. dio

a) Spektri crvene, žute, zelene i plave boje su samo približno ˝monokromatski˝. Tako spektar crvene LED sadrži žuti i zeleni dio, žuta LED ima na krajevima i crveni i zeleni dio, spektar zelene LED se proteže s jedne strane i do žutog dijela, a s druge strane do plavog, dok se u spektru plave LED uočava i zeleni dio… Mi vidimo svjetlost diode one boje čija je valna duljina najvećeg intenziteta. Spektri ˝jednobojnih˝ svjetlećih dioda su u odnosu na spektar bijele LED uži, sadrže manji raspon valnih duljina. Spektar bijele led može se sastaviti preklapanjem spektara crvene, zelene i plave LED.

b) Skica:



1 bod

$$d = \frac{10^{-3}m}{500} \Longrightarrow d = 2 \cdot 10^{-6}m$$

$$k = 1$$

Uvjet maksimuma za optičku rešetku. $k \cdot \lambda = d \cdot sin\alpha \;\Rightarrow\; \lambda = \frac{dsin\alpha}{k}$ **1 bod**

Mjerenja za crvenu LED:

Δx/cm	x/cm	y/cm	tgα	α/rad	sinα	λ/m	λ/nm	Δλ /nm
31,0	15,5	46,0	0,3370	0,3250	0,3193	6,3863E-07	638,6	-2,9
29,0	14,5	43,5	0,3333	0,3218	0,3162	6,3246E-07	632,4	3,3
29,0	14,5	43,0	0,3372	0,3252	0,3195	6,3906E-07	639,1	-3,4
29,5	14,75	44,0	0,3352	0,3235	0,3178	6,3569E-07	635,7	0,0
30,0	15	45,0	0,3333	0,3218	0,3162	6,3246E-07	632,5	3,2

$\bar{\lambda} = 635{,}7\ nm$, $r_m = 0{,}5\%$, $\boldsymbol{\bar{\lambda} = (635{,}7 \pm 3{,}4)\ nm}$ **2 boda**

Mjerenja za žutu LED:

Δx/cm	x/cm	y/cm	tgα	α/rad	sinα	λ/m	λ/nm	Δλ /nm
27,0	13,5	44,0	0,3068	0,2977	0,2933	5,8664E-07	585,6	-4,9
29,0	14,5	47,0	0,3085	0,2992	0,2948	5,8960E-07	589,6	-8,9
26,0	13,0	43,0	0,3023	0,2936	0,2894	5,7878E-07	578,8	1,9
27,5	13,8	46,0	0,2989	0,2905	0,2864	5,7278E-07	572,8	7,9
28,0	14,0	46,5	0,3011	0,2924	0,2883	5,7658E-07	576,6	4,1

$\bar{\lambda} = 580{,}7\ nm$, $r_m = 1{,}5\%$, $\boldsymbol{\bar{\lambda} = (580{,}7 \pm 8{,}9)\ nm}$ **1 bod**

Mjerenja za zelenu LED:

Δx/cm	x/cm	y/cm	tgα	α/rad	sinα	λ/m	λ/nm	Δλ /nm
16,2	8,1	29,0	0,2793	0,2724	0,2690	5,3803E-07	538,0	-5,6
16,6	8,3	30,0	0,2767	0,2699	0,2666	5,3330E-07	533,3	-0,9
15,8	7,9	28,5	0,2772	0,2704	0,2671	5,3424E-07	534,2	-1,8
16,8	8,4	30,5	0,2754	0,2687	0,2655	5,3105E-07	531,1	1,3
16,6	8,3	30,5	0,2721	0,2657	0,2626	5,2516E-07	525,2	7,2

$\bar{\lambda} = 532{,}4\ nm$, $r_m = 1{,}4\%$, $\boldsymbol{\bar{\lambda} = (532{,}4 \pm 7{,}2)\ nm}$ **1 bod**

Mjerenja za plavu LED:

Δx/cm	x/cm	y/cm	tgα	α/rad	sinα	λ/m	λ/nm	Δλ /nm
13,2	6,6	28,0	0,2357	0,2315	0,2294	4,589E-07	458,9	-1,0
12,9	6,5	27,5	0,2345	0,2304	0,2283	4,567E-07	456,7	1,2
14,0	7,0	29,0	0,2414	0,2368	0,2346	4,693E-07	469,3	-11,4
13,2	6,6	28,5	0,2316	0,2276	0,2256	4,512E-07	451,2	6,7
14,2	7,1	30,5	0,2328	0,2287	0,2267	4,534E-07	453,5	4,4

$\bar{\lambda} = 457{,}9\ nm$, $r_m = 2{,}5\%$, $\boldsymbol{\bar{\lambda} = (457{,}9 \pm 11{,}4)\ nm}$ **2 boda**

Diskusija rezultata mjerenja:

Ogibni maksimumi predstavljaju spektre. Točnost mjerenja ovisi o procjeni mjesta u spektru gdje je najveći intenzitet. Osim toga mjerenje je opterećeno i nepreciznošću očitavanja udaljenosti rešetke i izvora svjetlosti. Očitavaju se udaljenosti između dva simetrična maksimuma, pa je vrlo bitna paralelnost rešetke i letvice s mjernom trakom. Konstanta rešetke je dosta velika, posebno za mjerenja sa diodama koje emitiraju svjetlost većih valnih duljina.

c) $E = hf = h\frac{c}{\lambda}$ **1 bod**

λ/m	$E/10^{-19}$J	E/eV
635,7	3,127	1,95
580,7	3,423	2,14
532,4	3,734	2,33
457,9	4,341	2,71

1 bod

d) Kad je primijenjeni napon na diodi približno jednak naponu praga, struja može teći kroz PN spoj. Za vrijeme rekombinacije elektrona osobađa se energija u obliku fotona energije *hf* koja je približno jednaka širini energijskog procjepa (E_0) između valentne i vodljive vrpce u poluvodiču.

Veza između napona praga i energije fotona:

$$eU_0 = hf + konst$$

Konstanta u prethodnom izrazu sadrži i ovisnost o vrsti materijala od kojeg je napravljen PN spoj, ali je taj udio vrlo mali tako da se zanemaruje. Uzima se da je ova konstanta približno jednaka za svaku od svjetlećih dioda u zadatku.

Uvijek je $eU_0 < hf$. Dio energije elektrona (usljed termičkih pobuđenja) može biti dostatan da nastane foton energije *hf*. Aproksimativno (radi se o vrlo maloj kinetičkoj energiji elektrona) uzimamo da je:

$$eU_0 \approx hf$$

2 boda

3. dio

a) **2 boda**

		LED prijamnik				
		crvena	žuta	zelena	plava	bijela
LED predajnik	crvena	**1,55 V**	0,21 V	0	0	0
	žuta	1,54 V	**1,64 V**	0	0	0
	zelena	1,49 V	1,61 V	**1,69 V**	0	0
	plava	0,54 V	0,46 V	2,09 V	**2,26 V**	0,11 V
	bijela	1,51 V	1,63 V	2,05 V	**2,28 V**	0,38 V

b) Uočava se da LED prijamnik daje najveće napona kada je obasjan svjetlošću valnih duljina približne onima koje i sam emitira.

LED ne emitira svjetlost kad je obasjana svjetlošću većih valnih duljina (manje energije) od svjetlosti koju emitira.

1 bod

c) Dobiveni napon na LED prijamniku ovisi o valnoj duljini upadne svjetlosti i njezinom intenzitetu. Intenzitet svjetlosti je proporcionalan struji, tako da bi se za vrijeme mjerenja trebalo uvjetovati jednaka jakost struje u krugu predajnika.

Pojedine svjetleće diode tek su približno jednakih svjetlosnih jakosti. **1 bod**

d) Istražila se mogućnost uporabe LED-a kao izvora stalnog napona, ali se nije razmatralo može li osvjetljena LED biti i izvor stalne struje. Kako bi se to istražilo bilo bi potebno dodati vanjski otpornik (na primjer promijenjivi) i vidjeti za koju vrijednost otpora je postignuta maksimalna snaga.

Mjerenjem napona i struje u strujnom krugu prijamnika može se prikazati njegova strujno naponska karakteristika.

Maksimalna snaga P_m odgovara najvećoj mogućoj površini pravokutnika koji se može upisati ispod grafa. U točki maksimalne snage vrijednost struje je I_m,a napon je U_m.

Maksimalna snaga je određena njihovim umnoškom: $P_m = I_m U_m$.

Kako se radi o vrlo maloj struji (reda veličina μA) sa danim priborom nije bilo moguće mjeriti struju. Dobivena snaga bila bi reda veličine μW. **2 boda**

e) Strujno naponske karakteristike bijele i plave svjetleće diode su u usporedbi sa karakteristikama ostalih dioda slične. Vrlo blizu im je i napon praga U_0.

Rezultat pokusa:

Prekrijemo plavu LED dijelom papira koji je obojan običnom žutom bojom. Prolazna svjetlost plave svjetleće diode ostaje plava. Ako plava svjetlost diode prolazi kroz fluorescentno žuti dio, prolazna svjetlost izgleda bijela.

Ako se pogleda unutrašnjost kućišta svjetlećih dioda može se uočiti da se kod svih dioda može vidjeti poluvodučki element, jedino kod diode koja emitira bijelu svjetlost se može uočiti nekakav zaslon iznad poluvodičkog elementa, bijelo žučkaste boje.

Pojednostavljeno, naša bijela LED sastavljena je od ˇjednobojne˝ LED (plave) prekrivene materijalom koji mijenja boju svjetlosti kad svjetlost diode prođe kroz taj materijal. Mi vidimo rezultantnu svjetlost kao bijelu.

Ova bijela LED emitira svjetlost na osnovu procesa fluorescencije. **4 bodova**